
Accessions
PROPERTY OF THE
5762.7
v. 1.
Public Library of the City of Boston
SICUT PATRIBUS SIT DEUS NOBIS
BOSTONIA
CONDITA A.D.
1630.
CIVITATIS REGIMINE DONATA A.D. 1822.
From the Bates Fund.
Added

TRAITÉ

COMPLET

DE PHYSIOLOGIE.

Ouvrages qui se vendent chez le même Libraire :

BOURDON. Principes de Physiologie médicale. Paris, 2 vol. in-8. 12 fr.

— Principes de Physiologie comparée, ou Histoire des phénomènes de la vie dans tous les êtres qui en sont doués, depuis les plantes jusqu'aux animaux les plus complexes. Paris, 1830. in-8. 7 fr. 50 c.

— Recherches sur le mécanisme de la Respiration et la circulation du sang. Paris, 1820. in-8. 2 fr.

— De l'influence de la Pesanteur sur quelques phénomènes de la vie. Paris, 1823. in-8. 75. c.

GALL. Sur les fonctions du cerveau et sur celles de chacune de ses parties, avec des observations sur la possibilité de reconnaître les instincts, les penchans, les talens, ou les dispositions morales et intellectuelles des hommes et des animaux par la configuration de leur cerveau et de leur tête. Paris, 1825. 6 vol. in-8. 42 fr.

GEOFFROY-SAINT-HILAIRE. Philosophie anatomique; *Tome premier*, Des organes respiratoires. in-8, atlas in-4. 10 fr.

— Philosophie anatomique; *Tome second*, Des monstruosités humaines. in-8, atlas in-4. 12 fr.

GEORGET. De la physiologie du système nerveux, spécialement du cerveau; Recherches sur les maladies nerveuses en général, et en particulier sur le siége et le traitement de l'hystérie, de l'hypocondrie et de l'asthme convulsif. Paris, 1821, 2 vol. in-8. 12 fr.

LAMARCK. Philosophie zoologique, ou Exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux, à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent, aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens qu'ils exécutent, enfin à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués; deuxième édition. Paris, 1830, 2 vol. in-8. 12 fr.

— Système analytique des connaissances positives de l'homme restreintes à celles qui proviennent directement ou indirectement de l'observation. Paris, 1830. in-8. 6 fr.

MECKEL. Manuel d'Anatomie générale, descriptive et pathologique; traduit de l'allemand et augmenté de notes par MM. A.-J.-L. Jourdan et G. Breschet, chef des travaux anatomiques de la faculté de Médecine de Paris. Paris, 1825, 3 très-forts volumes in-8. 30 fr.

SPRENGEL. Histoire de la Médecine, depuis son origine jusqu'au dix-neuvième siècle, avec l'histoire des principales opérations chirurgicales, et une table générale des matières; traduit de l'allemand par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1815-1820, 9 vol. in-8. 45 fr.

THIEDEMANN. Anatomie du cerveau, contenant l'histoire de son développement dans le fœtus, avec une exposition comparative de sa structure dans les animaux; traduit de l'allemand avec un discours préliminaire sur l'étude de la physiologie en général et sur celle de l'action du cerveau en particulier, par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1823, in-8 avec 14 planches. 7 fr.

TIEDEMANN et GMELIN. Recherches expérimentales, physiologiques et chimiques sur la digestion, dans les quatre classes d'animaux vertébrés; traduit de l'allemand par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1827, 2 vol. in-8 accompagnés d'un grand nombre de tableaux. 15 fr.

IMP. DE Mme Ve THUAU,
rue du Cloître-Saint-Benoît, n. 4

TRAITÉ
COMPLET
DE PHYSIOLOGIE
DE L'HOMME;

PAR FRÉD. TIEDEMANN,
Professeur d'Anatomie et de Physiologie à l'Université d'Heidelberg.

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR A.-J.-L. JOURDAN, D. M. P.

Première Partie.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE ET COMPARÉE.

PARIS.

CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE ET DU COLLÉGE ROYAL
DES CHIRURGIENS DE LONDRES,
Rue de l'Ecole-de-Médecine, N° 13 *bis*.

A LONDRES, MÊME MAISON, 219 REGENT STREET.

A BRUXELLES, AU DÉPÔT DE LA LIBRAIRIE MÉDICALE FRANÇAISE.

1831.

PRÉFACE.

Mon but principal, en publiant ce Traité, a été d'offrir le tableau des principaux résultats fournis par les observations et expériences faites dans le domaine de la physiologie de l'homme. Il m'a paru d'autant plus utile de rassembler les faits physiologiques, après avoir fait un choix parmi eux, qu'aucun travail général de ce genre n'a été entrepris depuis Haller, et qu'une foule de recherches, disséminées dans les recueils des sociétés savantes et dans les écrits périodiques, ne sont point connues ni appréciées autant qu'elles méritent de l'être. Pendant une longue série d'années, j'ai cherché, autant que possible, à répéter les observations et expériences de mes contemporains, afin de les soumettre à l'épreuve de mes propres investigations. En les rapportant et les jugeant, je me suis attaché à être bref, clair, conséquent et impartial.

J'ai cru nécessaire, pour trouver un point de vue fixe d'où je pusse envisager la physiologie humaine, de faire ressortir les particularités qui distinguent soit les corps vivans en général, soit les animaux et les végétaux en particulier, sous le rapport de la composition chimique, de la configuration, de la contexture et des forces qui leur sont dévolues. Pour cela j'ai suivi la voie de l'induction, et j'ai mis ces corps en parallèle tant avec les corps inanimés que

les uns avec les autres. Cette méthode est la seule à l'aide de laquelle on puisse acquérir des notions exactes sur les phénomènes qui constituent la vie et sur les propriétés des corps vivans. Les élèves qui veulent devenir des médecins instruits et non point seulement des routiniers, n'auront pas de peine à suivre les détails dans lesquels je suis entré, parce qu'ils ont dû se familiariser avec l'étude des sciences naturelles, de la physique, de la chimie, de la minéralogie, de la botanique, de la zoologie, et de l'anatomie de l'homme, des végétaux et des animaux.

Ce Traité, destiné uniquement aux élèves, aura aussi l'avantage de leur faire connaître les ouvrages de physiologistes distingués dans lesquels j'ai puisé des matériaux, des faits et des idées, et les mettra à portée de remonter eux-mêmes aux sources. De cette manière, et contenant un tableau fidèlement copié d'après nature des phénomènes, des causes et des conditions de la vie chez l'homme, il leur sera utile dans l'étude de la médecine proprement dite ou de ses différentes branches. En même temps il les préservera, dans l'exercice de la médecine, de cette étroitesse d'idées, et de cette précipitation à juger et agir, qui sont inévitables quand on n'a point une connaissance approfondie de la structure et des fonctions du corps humain. Partout, enfin, ils y trouveront des vues dont l'application à la médecine pratique ne sera pas sans avantages pour eux.

TRAITÉ

COMPLET

DE PHYSIOLOGIE.

INTRODUCTION.

§ 1. La première chose à faire pour celui qui débute dans une science, c'est d'apprendre comment on la définit, à quel genre de recherches elle se livre, par quelle méthode on arrive à la solution des problèmes dont elle s'occupe, quels secours elle peut tirer des autres sciences, et par quels liens elle se rattache à plusieurs d'entr'elles. Ces connaissances préliminaires sont indispensables au commençant pour apercevoir le but auquel tendent ses efforts, choisir les voies qui y conduisent, et fuir les obstacles qui pourraient empêcher d'y arriver.

Définition de la physiologie de l'homme.

§ 2. La physiologie est la science de la vie de l'homme, de ses phénomènes, de ses conditions et de ses lois, dans l'état de santé. On peut dire aussi qu'elle est la physique de l'homme, en comprenant sous le nom commun de nature de ce dernier l'ensemble des qualités qui le distinguent (1).

(1) Le mot de *physiologie* (dérivé de φυσις, nature, et λεγειν, raconter) a été pris dans plusieurs acceptions différentes. D'après la force de l'étymologie, il veut dire *histoire de la nature en général*. Aristote (*Metaphys. ed. Casaub.*, p. 386 et 488) paraît être le premier qui se soit servi du mot οι φυσιολογοι. Il désignait ainsi Thalès, Anaximène, Héraclite, Diogène, Empédocle et Anaxagore, qui s'étaient occupés de la nature des choses, de leur origine et de leurs causes.

But de la physiologie de l'homme.

§ 3. La physiologie a pour but d'exposer les phénomènes de la vie humaine et les conditions d'où ils dépendent. Pour y arriver d'une manière sûre, il faut nécessairement, avant tout, déterminer quels sont les phénomènes qu'on désigne sous le nom de *vie* en général (1).

On trouvera des détails plus étendus sur la signification du mot *physiologie*, chez les anciens, dans l'ouvrage de Nasse intitulé : *Abhandlung ueber den Begriff und die Methode der Physiologie.* (Léipzick, 1826, in-8.) Les modernes se sont servis de ce mot dans le sens limité d'*histoire de la nature de l'homme.* Fernel (*Præf. in Medicinam.* Paris, 1538, p. 3.) cite la physiologie comme une branche de la médecine qui traite de la nature de l'homme dans l'état sain et de ses fonctions. Il dit : *Omnium totius medicinæ partium prima existit* φυσιολογικη, *quæ hominis integrè sani naturam, omnes illius vires functionesque persequitur.* Cette acception a été conservée par la plupart des médecins. Boerhaave et Haller définissaient la physiologie la *science des usages et des fonctions des parties du corps humain.* Certains ont désigné par là l'*histoire de la vie.* On a introduit aussi d'autres dénominations pour remplacer celle de physiologie. Ainsi Deusing appelait la physiologie *doctrina de œconomia naturali corporis humani*, et Frédéric Hoffmann, *philosophia corporis viri.* Dans ces derniers temps, on a proposé les mots de *dynamologie, biologie, organonomie, zoonomie.* Si l'on veut continuer à se servir du terme de physiologie, il faudrait désigner ainsi l'*histoire de la nature des corps vivans ou organiques.* De cette manière, il y a une physiologie des plantes et des animaux, ou de toute espèce quelconque de corps vivans, lorsqu'elle choisit, pour objet de ses recherches, les qualités et les manifestations de la vie d'une section entière de corps organisés, ou d'une espèce en particulier.

(1) Le mot de *vie*, pris dans son acception primitive, exprime les manifestations d'activité qui appartiennent spécialement aux plantes et aux animaux, par opposition à celles qui se voient dans les corps privés de vie ou les minéraux. Mais plus d'une fois on l'a fait servir métaphoriquement à désigner la somme des manifestations d'action de tous les êtres qui font partie de l'univers. On accorde la vie à la nature prise collectivement, en ce sens que les corps, phénomènes et forces qu'on y observe, paraissent enchaînés de manière à constituer un tout, et jouent réciproquement le rôle de cause les uns par rapport aux autres. C'est sous ce point de vue qu'on parle de la vie de l'univers, des corps célestes, de la terre, des minéraux, des plantes, des

C'est pourquoi la première chose à faire est d'étudier les propriétés générales des corps qu'on appelle organiques ou vivans. On ne peut découvrir les rapports de causalité de la vie qu'en recherchant les conditions sous la dépendance desquelles ils sont. Nous acquérons cette notion en comparant les phénomènes et manifestations d'activité des corps organiques ou vivans, plantes et animaux, avec ceux des corps inorganiques ou sans vie (1). Nous comparons ces deux séries de corps l'une avec l'autre, sous le point de vue de la forme, de la composition, de l'agrégation des parties, des actions, de l'origine, de la durée, de la destruction, et des connexions tant avec les objets extérieurs qu'avec la nature entière. Ces recherches comparatives dévoilent leurs ressemblances et leurs différences; elles font ressortir les phénomènes qui constituent la vie, et nous conduisent ainsi à connaître les forces, les causes et les conditions d'où dépend l'activité propre des corps vivans.

§ 4. Une fois arrivés, par la voie de la comparaison, à la connaissance des qualités qui distinguent les corps vivans en général, et des conditions d'où elles dépen-

animaux, et qu'on considère les manifestations d'activité de ces divers corps comme de simples émanations d'une force fondamentale, qui ne fait que se modifier différemment en eux. Nous ne prenons pas le mot de *vie* dans cette acception; nous ne suivons point l'exemple de Cardan, de Campanella, de Paracelse, de Van Helmont et des partisans de la philosophie de l'absolu, qui regardent la vie comme un attribut de tout le monde sensible : nous n'entendons par là que les manifestations d'activité et les qualités appartenant en propre aux corps organisés, plantes et animaux.

(1) Pour peu que nous réfléchissions sur l'origine de nos connaissances touchant les objets et les phénomènes de la nature, nous ne tardons pas à nous convaincre que nous y arrivons principalement par la voie de la comparaison. Plus nous découvrons de points de vue sous lesquels nous puissions comparer les objets de nos recherches, plus nous apercevons de ressemblances et de différences entre eux par le travail de notre intelligence, et plus aussi nous pénétrons avant dans leur essence.

dent, nous devons faire tous nos efforts pour découvrir les qualités appartenant à chacune des deux grandes sections dans lesquelles ils sont répartis, les plantes et les animaux, afin de pouvoir déduire de là les particularités de la vie des animaux, parmi lesquels l'homme est compté. Nous arrivons également à ce but par la comparaison de leur composition, de leur configuration, de leur formation, de leurs manifestations d'activité et de leurs forces, de leur origine et de leur fin, de leurs rapports avec les influences extérieures, la chaleur, la lumière, l'air, l'eau, etc. C'est ainsi que nous faisons ressortir les traits particuliers et les différences des deux groupes d'êtres vivans.

§ 5. Ainsi ces recherches comparatives nous font découvrir les qualités que l'homme partage, soit avec les corps vivans en général, soit avec les animaux en particulier, et nous arrivons de cette manière à la connaissance non-seulement des idées fondamentales sur la vie, l'organisation et les forces des corps vivans, mais encore des circonstances et des conditions au milieu desquelles la vie se manifeste. Un problème moins général se présente alors, celui de rendre sensibles, en comparant l'homme avec les animaux, les particularités de structure et de manifestation d'activité qui lui appartiennent spécialement, d'assigner la place qu'il doit occuper dans le système de la nature, de caractériser les races humaines, et de suivre leur distribution à la surface du globe.

§ 6. En nous livrant à la recherche des manifestations d'activité de l'homme, et des causes d'où elles dépendent, nous avons d'abord à nous occuper des qualités de son corps, dans lequel ces phénomènes se prononcent. Elles consistent en particularités de composition, d'agrégation, de contexture, et de formation. Nous examinons donc la base matérielle du corps hu-

main, et nous faisons l'énumération des substances entrant dans la composition de ses parties liquides et solides dont l'analyse chimique a dévoilé l'existence, en indiquant leurs divers modes de combinaison. Puis nous faisons connaître les changemens de composition qui surviennent, pendant la durée de son existence, tant par l'action des organes eux-mêmes, que par celle des influences extérieures qui agissent sur l'homme, la chaleur, la lumière, l'air, l'eau et les alimens.

§ 7. Pour ce qui concerne la structure et la forme du corps humain, nous avons à examiner sa configuration, la manière dont il est composé de parties solides et liquides hétérogènes, et sa contexture intime, c'est-à-dire, les particularités relatives à sa structure et à sa texture. Il faut examiner les parties simples, celles auxquelles aboutit l'analyse anatomique, et les divers tissus, avec leurs propriétés. De là nous passons à la texture, ou à la manière dont les tissus se combinent pour produire les différens organes, et à celle dont les organes s'enchaînent pour donner naissance aux appareils chargés de l'accomplissement des fonctions. Enfin nous portons nos regards sur les particularités et la disposition de ces appareils eux-mêmes (1).

(1) Quoique l'étude de la structure du corps humain soit l'objet d'une science à part, l'anatomie, il ne faut pas l'exclure de la physiologie, d'un côté, parce que la structure elle-même est un effet de la vie, d'un autre côté, parce que nous ne pouvons bien comprendre les fonctions des parties que quand nous avons une connaissance exacte de leur structure. Ce n'est donc pas sans raison que Haller appelait la physiologie *anatome animata*, et que, dans ses grands ouvrages, il a toujours fait précéder par l'indication de la structure des parties, les recherches sur les fonctions qu'elles remplissent. Sœmmerring, marchant sur les traces d'Haller, s'est efforcé aussi de rattacher le plus possible l'histoire des fonctions des parties à l'anatomie. Assurément on n'étudierait pas la structure du corps humain avec tant de soin, si l'on n'avait en vue de se frayer la route pour arriver à la connaissance de ses phénomènes vitaux. La séparation de

§ 8. Le problème principal de la physiologie humaine consiste à exposer et examiner les manifestations d'activité ou de force que nous appelons la vie de l'homme. Il faut désigner par leurs noms les phénomènes vitaux et les propriétés des différens tissus et organes du corps humain. Nous les partageons en plusieurs classes d'après leurs ressemblances et leurs différences, cherchant à trouver les conditions et à découvrir les forces sous l'influence desquelles ils se produisent. Il importe aussi d'établir les lois suivant lesquelles les forces entrent en action, et de montrer comment la vie de l'homme, somme de toutes ses manifestations d'activité, peut être produite et entretenue par l'action réciproque et la dépendance mutuelle des forces. Il reste enfin à tracer le tableau de tous les phénomènes vitaux considérés tant dans les divers organes et appareils isolés, que dans leur enchaînement les uns avec les autres, et dans leur mutuelle dépendance, ce qui est l'objet de la physiologie spéciale.

§ 9. La physiologie de l'homme s'occupe encore des phénomènes intellectuels, partie la plus importante de la nature humaine. Mais comme ces phénomènes sont l'objet d'une science à part, appelée psycologie, la physiologie, dans son examen des manifestations d'ac-

la physiologe et de l'anatomie, provenant de l'immensité des objets et des manifestations d'activité qui se présentent à considérer chez l'homme, est une chose mauvaise en soi; mais, l'usage étant de considérer la structure et les phénomènes vitaux de l'homme comme deux corps de doctrine séparés, le physiologiste se dispense d'entrer dans les détails de la topographie des organes, et d'indiquer tous les os, ligamens, muscles, vaisseaux et nerfs. Il ne s'occupe que de la structure, de la texture et de l'arrangement des organes et appareils, de leur enchaînement mutuel par des vaisseaux sanguins et des nerfs, comme moyens de rendre des fonctions plus évidentes. Il examine en outre le mode d'origine et de formation du corps humain et de ses parties, et indique les changemens qui s'y opèrent pendant le cours de l'existence.

tivité de l'ame ne traite que des deux questions suivantes :

1°. On examine jusqu'à quel point les opérations de l'ame, quand elle agit, sont dépendantes de la disposition du corps, de son organisation, de ses forces, et quelle influence les diverses fonctions exercent sur elles. A cette occasion, la physiologie étudie les rapports existans entre les opérations de l'ame et la structure du cerveau, des nerfs et des organes des sens. Après quoi elle trace le tableau de la part que prennent à la manifestation de l'activité intellectuelle la digestion, la respiration, le sang et sa circulation, la nutrition, etc.

2°. Elle discute jusqu'à quel point les manifestations d'activité de l'ame réagissent sur le corps et ses fonctions, et y produisent des changemens. En conséquence, elle recherche quels sont les mouvemens et phénomènes vitaux qui peuvent être excités par les conceptions et actions de l'ame, comment et dans quelles circonstances la digestion, la respiration, la circulation du sang, et les actes de la nutrition et de la sécrétion peuvent être modifiés par ces mêmes actions, ainsi que par les émotions et les passions.

§ 10. Comme le genre humain n'est jamais représenté que par des individus passagers, qui naissent à la suite de manifestations déterminées d'activité et au milieu de certains phénomènes, qui, durant leur existence, subissent des changemens réguliers dans leur configuration, leur composition et leur activité, et qui finissent par périr, la physiologie doit également s'occuper de ces phénomènes. C'est ce qu'elle fait en traitant de la génération, de la formation et du développement du fœtus et des périodes de la vie. Enfin, elle porte aussi ses regards sur l'extinction de la vie, sur les phénomènes qui l'accompagnent, sur les différences qu'ils

présentent suivant les genres de mort, et sur les causes de ces différences.

§ 11. La physiologie compte encore parmi ses attributions la recherche des rapports de l'homme avec les influences du dehors et la nature entière. En effet, la vie humaine ne repose pas uniquement et exclusivement sur la structure, la composition et les forces du corps ; elle dépend encore d'influences extérieures, d'un certain degré de chaleur, de la lumière, de l'air atmosphérique, de l'eau et des alimens. Il faut donc passer en revue les effets sur l'homme de ces influences, que nous pouvons appeler conditions extérieures de la vie, les rapports qui existent entre elles, l'organisation et les forces du corps humain, et les causes qui font que la vie est placée sous leur dépendance. Les époques du jour et de l'année, les climats, la densité plus ou moins grande de l'air, etc., exercent aussi sur les phénomènes de la vie une influence puissante, dont la physiologie ne peut négliger de s'occuper. Enfin, elle ne doit pas non plus omettre les influences météorologiques, celle de la sécheresse et de l'humidité de l'atmosphère, des orages, etc.

§ 12. L'homme, comme être agissant avec liberté, exerce par lui-même, par son genre de vie, le choix de ses alimens et boissons, la nature de ses occupations, les professions qu'il exerce, la disposition de ses habitations, la manière dont il s'habille, etc., une influence considérable sur les divers appareils ou organes, qu'il met en jeu de différentes manières. Les effets de ces circonstances ne doivent point être perdus de vue par le physiologiste. Enfin, les mœurs et coutumes, l'organisation de la société, la constitution de l'Etat et les opinions religieuses régnantes influent beaucoup sur la vie de l'homme, et méritent d'être prises aussi en considération.

Méthodes d'étudier en physiologie.

§ 13. Après avoir recherché quels sont les problèmes dont s'occupe la physiologie de l'homme, il se présente la question de savoir comment on arrive à les résoudre. De quelle manière, par quel procédé parvient-on à découvrir les qualités et manifestations d'activité des corps vivans en général et de l'homme en particulier, et comment procède-t-on à la recherche des causes et conditions de la vie? Quelle méthode doit-on suivre pour acquérir ces connaissances? Essayons de répondre à ces questions.

La physiologie est une science expérimentale. De même que le physique entière, et toutes ses branches, elle repose sur l'observation et l'induction. A l'aide des sens, nous saisissons les phénomènes de la vie, et nous atteignons aux faits qui concernent cette dernière. C'est la réflexion qui sépare ces faits d'après leurs différences, qui les associe d'après leurs ressemblances, qui rallie le particulier au général, et qui fixe les idées à leur égard. Nous nous efforçons ensuite de ramener les idées spéciales à des idées d'un ordre plus élevé, de trouver les règles et les lois en vertu desquelles les phénomènes ont lieu, et d'en découvrir les causes.

La physiologie a donc pour base, comme toute science expérimentale, l'observation par les sens et la réflexion, de manière qu'elle se prête à l'application de deux méthodes, l'une empirique ou historique, et l'autre théorique, dogmatique ou philosophique. De même que, dans le développement naturel de l'esprit humain, l'acquisition par les sens ou l'expérience est placée au premier rang, et que, partant de là, l'esprit s'élève aux notions générales et à l'idée, pour ensuite passer à l'induction et

à la spéculation, de même la physiologie renfermée dans le champ de l'expérience doit avoir le pas sur l'autre, parce qu'elle fournit les matériaux à l'induction et à la spéculation, et que nul produit de la spéculation ne peut être admis à faire partie du domaine de la science qu'après avoir été ramené dans le champ de l'expérience, pour y être examiné.

La physiologie dans le champ de l'expérience.

§ 14. En étudiant la physiologie dans le champ de l'expérience, nous tâchons d'abord de saisir les rapports que les corps vivans et leurs qualités ont avec nos sens, et de découvrir, l'un après l'autre, à l'aide de ces derniers, leurs phénomènes et leurs manifestations d'activité. En effet, notre esprit n'est point en rapport avec les objets d'une manière immédiate ; il ne l'est que par l'intermède des sens externes. C'est avec le secours seul des sens que nous parvenons à nous faire une idée des choses extérieures, et il faut que celles-ci agissent par eux sur notre ame, afin que nous puissions acquérir la notion de leur existence et de leurs propriétés. Mais les impressions des objets sur les organes des sens ne font naître des idées que quand l'attention vient à être dirigée sur elles ; c'est alors ce que nous appelons apercevoir. Tout ce que nous savons de la nature et de ses objets, par conséquent aussi des qualités des corps vivans et de l'homme lui-même, les opérations de son ame exceptées, repose immédiatement sur les aperceptions par les sens, qui fournissent les matériaux des idées à ce sujet. Les aperceptions des choses extérieures par les sens constituent la partie empirique de la physique en général, et celles des phénomènes des corps vivans, la partie empirique de la physiologie en particulier.

§ 15. C'est par l'observation et l'expérience que nous apprenons à connaître les qualités des corps vivans et leurs rapports tant entr'eux qu'avec la nature entière. La première nous instruit des phénomènes que les corps offrent immédiatement à nos sens. L'autre, au contraire, nous découvre la manière dont ils se comportent dans des circonstances que l'art fait naître à dessein, et au milieu desquelles les place non pas la nécessité naturelle, mais l'action de l'homme jaloux d'étendre la portée de ses connaissances. Lorsque nous observons, nous épions en quelque sorte la nature, tandis qu'en expérimentant, nous l'interrogeons. Les expériences nous fournissent en outre les faits les plus importans pour l'explication des phénomènes, car nous pénétrons d'autant plus avant dans l'essence d'un objet, que nous acquérons des connaissances plus variées et plus étendues relativement à ses rapports avec d'autres corps de la nature.

§ 16. Pour observer et expérimenter, tantôt nous employons les sens, tels que le nature nous les a donnés, et tantôt nous y joignons le secours de divers instrumens. Dans ce dernier cas, il faut être certain de la bonté des instrumens dont on fait choix, et savoir s'en servir. Sans ces deux conditions, on court le risque d'observer à faux. Les règles suivantes sont essentielles à suivre pour quiconque se livre à des observations :

1°. Avant tout, il faut que les sens soient dans un état parfaitement sain et régulier. La meilleure manière de s'en assurer est de faire des observations simultanément avec d'autres personnes. Il faut, de plus, savoir reconnaître et éviter les illusions et hallucinations des sens.

2°. Une autre qualité indispensable au bon observateur est une attention calme, soutenue, et dirigée tout entière sur l'objet de ses observations. C'est le seul

moyen de tout voir avec certitude et persévérance, et de ne laisser échapper rien. Le goût d'observer et l'exercice font acquérir cette attention.

3°. L'observateur doit s'abstenir, pendant ses recherches, de toute opinion embrassée d'avance, car c'est là souvent la source des plus grandes fautes et des plus graves erreurs. L'observateur partial trouve ce qui flatte sa théorie favorite, et omet ce qui s'élèverait contre elle. Voilà aussi ce qui souvent a rendu dangereux les systèmes philosophiques de physique ; l'histoire nous apprend qu'en particulier la physiologie et la médecine ont eu plus d'une fois à se repentir d'une application indiscrète des principes admis par une école dominante en philosophie. Toute prévention de l'esprit nuit à l'observation. Quand on se met à observer, il faut oublier la théorie, à moins qu'on ne veuille soumettre des idées théoriques elles-mêmes au creuset de l'observation. La théorie ne peut donc prétendre à être considérée comme vraie et valable, que quand elle a été déduite d'observations et éprouvée par d'autres observations.

4°. Enfin l'observateur et l'expérimentateur doivent être animés de l'amour de la vérité. Ils doivent ne s'occuper que d'elle, sans s'inquiéter si leurs observations et expériences confirmeront ou réfuteront des opinions admises par eux ou par d'autres. Qu'ils n'oublient jamais cette devise du grand Haller : *Boni viri nullam oportet causam esse, præter veritatem.*

Les erreurs et fautes qui se glissent assez souvent quand on observe ou qu'on expérimente, tiennent à ce qu'on prend de simples idées pour des observations, par conséquent à ce qu'on observe mal et transporte aux objets un produit de l'imagination. D'un autre côté, on s'attache trop peu à la contemplation des objets, on

ne les examine pas avec assez de soin, et l'on n'en acquiert qu'une connaissance superficielle. Ces deux vices influent sur le jugement qu'on porte relativement à leur essence ; dans le premier cas, on y ajoute quelque chose d'étranger, et dans le second, on y néglige quelque chose d'essentiel. Il est évident que ces deux défauts peuvent se rencontrer réunis, et entraîner ainsi à l'erreur. On ne les évite qu'en se conformant aux préceptes qui ont été tracés plus haut, et répétant souvent, sans prévention, les observations et les expériences.

Quant aux observations à faire avec le sens interne, elles présentent de grandes difficultés. C'est surtout de la tranquillité et de la présence d'esprit qu'il faut pour faire des observations intérieures délicates sur soi-même. Kant dit avec raison à ce sujet : « Ou il ne se passe rien d'extraordinaire en nous, et alors il n'y a rien à observer, ou bien nous éprouvons intérieurement un émoi extraordinaire, et presque jamais, dans ce cas, nous ne sommes assez maîtres de nous pour pouvoir observer avec calme. »

§ 17. Comme nous n'avons que des occasions rares, par exemple dans le cas de grandes plaies, ou sur les cadavres des condamnés à mort, d'observer les manifestations de la vie des organes internes de l'homme, nous sommes obligés d'interroger la nature par des expériences sur des animaux vivans ou qui viennent d'être mis à mort. Certains physiologistes ont accusé ces expériences de cruauté ; ils ont même mis en doute si nous avons le droit de les faire, et si l'on doit attendre d'elles quelque profit pour la science. Assurément on peut qualifier de cruelle toute expérience qu'un homme grossier et ignorant exécute sans but, et par pur caprice, sur un animal vivant. Mais celles auxquelles se livrent les hommes instruits, dont

l'intention est d'enrichir la physiologie, doivent être considérées non pas seulement comme permises, mais même comme nécessaires, surtout quand on réfléchit que presque toutes les connaissances physiologiques auxquelles nous sommes parvenus dérivent de cette source, ainsi que l'histoire de la science nous l'apprend. Les services que Harvey, Haller, Fontana, Spallanzani et autres ont acquis par leurs expériences sont appréciés de tous les vrais physiologistes. Si l'homme ne se fait pas scrupule de tuer tant d'animaux, parfois de la manière la plus cruelle, pour satisfaire à ses besoins ou à ses plaisirs, combien moins encore peut-on blâmer des expériences sur les animaux vivans qui n'ont d'autre but que l'agrandissement de notre savoir, et en même temps le bien de nos semblables, puisque les connaissances auxquelles nous arrivons ainsi, relativement aux manifestations de la vie, trouvent des applications nombreuses à la médecine (1)? Ainsi pour me borner à quelques exemples seulement, tout ce qu'on sait sur la cicatrisation des plaies, sur l'oblitération des artères après leur ligature, sur l'ampliation qui s'ensuit dans les vaisseaux collatéraux d'un tronc principal, sur l'action des poisons et les moyens d'y porter remède, est le résultat d'une foule d'expériences qui ont été faites sur des animaux vivans. Il y a bien plus de conscience à rectifier et accroître ainsi nos connaissances sur la vie, qu'à expérimenter sur des hommes malades, en se laissant guider par des systèmes incomplets, nés souvent de la seule imagination. Aussi l'intime conviction du grand prix

(1) Haller (*Opp. min.*, t. I, p. 405) dit, relativement à la cruauté dans les expériences : *Multa ipse pericula feci, et centies nonagies vivorum animalium exta variis modis sumtatus sum, invisa certè mihi crudelitate usus, quam tamen utilitas generis humani, et necessitas perindè excusant, uti mitissimus quisque funera animalium inter cibos suos imprehensus, et nulla pœnitentia victus admittit.*

de la physiologie, comme base solide de la médecine rationnelle, a-t-elle, dans tous les temps, excité des hommes de génie à recourir aux expériences sur les animaux vivans pour éclairer l'histoire des fonctions du corps humain. Ce que la physiologie de l'homme possède en faits inébranlables, touchant la connaissance des diverses fonctions, de la respiration, de la circulation du sang, de la digestion, de l'absorption, de l'irritabilité musculaire et nerveuse, est presque uniquement le résultat d'expériences sur les animaux vivans, d'où l'on a tiré, par analogie, des conclusions applicables à l'homme. Probablement nous n'aurons jamais occasion d'observer la circulation du sang dans l'homme lui-même, et nous serons toujours réduits à ne l'admettre chez lui qu'en nous appuyant sur l'analogie. C'est à la répugnance de certains physiologistes pour les expériences, qu'il faut attribuer le peu de progrès que la physiologie a faits, comparativement aux autres sciences physiques (1). Et en effet, il est plus commode d'établir les systèmes dont le fond est puisé dans l'imagination, que de suivre la voie pénible de l'observation patiente et calme, et de pénibles vivisections faites avec entière abnégation de soi-même.

Chaque jour cependant on reconnaît de plus en plus que, pour rapprocher la physiologie de son but, il ne faut pas s'abandonner aux écarts d'une imagination sans frein, mais qu'il importe surtout de recourir à des expériences, qui veulent être faites avec circonspection, application et amour de la vérité. Ainsi, nous avons besoin des expériences sur les animaux vivans, à moins

(1) *Ibid.*, p. 406. Haller dit, avec beaucoup de vérité : *Hanc enim maximam causam errandi fuisse persuadeor, quod paucis experimentis, aut demum multis, sed subjecta pro experimentis analogia, plerique medicorum usi sint.*

qu'on ne veuille réduire notre savoir sur la vie à n'être qu'un tissu de pures opinions et fictions. Mais le physiologiste doit se faire un devoir rigoureux de ne pas prolonger inutilement, même d'un seul instant, les douleurs d'un animal.

§ 18. L'expérimentation sur les animaux vivans exige une connaissance exacte de leur structure, avec beaucoup de ponctualité, d'impartialité et de circonspection. Il ne faut jamais, dans les opérations douloureuses, négliger d'avoir égard aux effets de l'irritation du système nerveux.

Ce qu'il y a de plus difficile, c'est l'application à l'homme des résultats tirés des expériences. Il faut que les animaux sur lesquels on opère soient de la même classe que celle à laquelle l'homme appartient, et qu'ils se rapprochent de lui, sous le rapport de l'organisation, pour qu'appelant l'analogie à son secours, on puisse en appliquer les résultats avec quelque certitude à ce dernier. L'emploi qu'on en fait est d'autant plus incertain, que les animaux diffèrent davantage de l'homme, sous le point de vue de leur organisation. C'est pourquoi nous pouvons commettre de graves erreurs en admettant immédiatement et sans restrictions, dans la physiologie humaine, les résultats d'expériences faites sur des vers, des insectes, des mollusques, des poissons et des reptiles.

§ 19. Le physiologiste doit être très-circonspect dans les conclusions qu'il tire des observations et des expériences. Il ne doit pas en déduire plus que les lois de la pensée n'autorisent à le faire. Deux écueils dangereux sont surtout à éviter ; ils consistent à n'avoir égard qu'aux différences ou aux ressemblances des phénomènes. Ce sont surtout les observateurs pleins de sagacité qui tombent dans le premier, et ceux dont l'imagination est

active qui se jettent dans l'autre (1). Il arrive souvent aux premiers de ne point apercevoir l'essence, à force de trop faire attention aux circonstances accessoires les plus insignifiantes; les autres, au contraire, se contentent fréquemment d'une ombre de ressemblance, et se laissent entraîner par elle à de fausses analogies. Entre ces deux extrêmes se trouve la faculté précieuse, mais rare, de ne rien omettre d'essentiel quand on déduit les résultats, de n'y rien faire entier non plus d'étranger, de peser comparativement les sommes des ressemblances et des différences avec autant d'esprit que de sagacité. En observant ces précautions, les résultats seront d'autant plus clairs et précis, que les objets auront été soumis d'une manière plus fréquente et plus exacte à l'épreuve des sens, et que nous aurons exercé davantage notre attention sur les impressions fournies par ces derniers, afin d'en bien saisir les traits de ressemblance ou de différence. L'exercice répété tant de l'activité des sens dans l'observation, que de l'attention et de la réflexion sur les objets et phénomènes observés, produit l'expérience (2), qui fournit les matériaux pour l'édifice scien-

(1) C'est ce que Bacon (*Novum organum sive judicia vera de interpretatione naturæ, lib. I, aphor.* 55) a parfaitement exprimé dans le passage suivant : *Maximum et velut radicale discrimen ingeniorum, quoad philosophiam et scientias, illud est : quod alia ingenia sint fortiora et aptiora ad notandas rerum differentias; alia ad notandas rerum similitudines. Ingenia enim constantia et acuta, figere contemplationes, et morari, et hærere in omni subtilitate differentiarum possunt; ingenia autem sublimia et discursiva, etiam tenuissimas et catholicas rerum similitudines et agnoscunt et componunt. Utrumque autem ingenium facile labitur in excessum, prensando aut gradus rerum, aut umbras.*

(2) Si l'on prend le mot *expérience* dans son acception la plus étendue, de manière à entendre aussi par-là l'attention consacrée à ce qui se passe dans notre propre intérieur, toutes nos connaissances, sans en excepter la philosophie, se fondent sur l'expérience. Kant s'est formellement expliqué à ce sujet (*Critique de la raison pure*) : « Nul doute, dit-il, que toutes nos connaissances ne commencent par l'ex-

tifique de la physiologie. Plus le nombre des observations faites avec soin est grand, plus les résultats en sont uniformes et concordans, plus aussi on peut compter sur leur emploi, et mieux ils méritent d'être accueillis dans la science.

§ 20. Le nombre immense des phénomènes de la vie ne permet pas que nous fassions nous-mêmes des observations et des expériences sur tous les objets. Nous sommes donc obligés de mettre à profit les recherches qui ont déjà été faites par d'autres, et de nous en rapporter souvent au témoignage d'autrui. Ceci suppose la connaissance de la littérature et de l'histoire tant de la physiologie que des sciences dont elle emprunte le secours. Mais il faut beaucoup de soin et de jugement pour tirer parti des livres. Si l'on accorde une foi sans bornes aux écrivains, il n'y a point de vue, quelque absurde qu'elle soit, à l'appui de laquelle on ne puisse citer des passages extraits de quelque ouvrage. Il faut donc soumettre les assertions des auteurs à la critique. Le moyen le plus sûr est de répéter l'une ou l'autre des observations ou expériences qui ont été faites par eux. Mais il suffit déjà de la méthode suivie par les expérimentateurs, du récit de leurs observations et expériences, et de la comparaison entre elles et de semblables ou analogues faites par d'autres, pour juger du degré de certitude ou de fidélité. Si les descriptions sont confuses, contraires aux règles de la logique, si elles

périence; car par quoi notre faculté de connaître serait-elle excitée à entrer en exercice, si ce n'était par les objets qui touchent nos sens, et qui tantôt produisent d'eux-mêmes des idées, tantôt mettent notre entendement en mouvement et le portent à comparer les idées, à les combiner ou à les séparer, et à élaborer ainsi le fond grossier des impressions reçues par les sens, de manière à le convertir en une connaissance des objets que nous appelons expérience. Nulle connaissance ne précède donc en nous l'expérience, et tout commence avec cette dernière. »

contiennent des contradictions, et si on les trouve parsemées, dès le début, d'opinions et de vues théoriques paradoxales, on doit mettre une circonspection extrême dans l'emploi qu'on en fera. Il faut se défier aussi des ouvrages écrits dans un style diffus, obscur, ou tout particulier; car presque toujours l'absence d'idées cherche à se cacher derrière l'obscurité, ou une originalité apparente et l'invention de nouveaux mots techniques pompeux et sonores. En général, il est nécessaire, quand on cite des auteurs comme témoins, de connaître toutes leurs productions littéraires, dans l'ordre où elles ont paru, pour pouvoir juger de la direction de leurs études et de leurs efforts. Enfin, c'est une faute que de croire explicitement à des prédécesseurs célèbres, et de se soumettre en esclave à la puissance de leurs noms, de manière que souvent on prenne l'autorité pour vérité, au lieu de la vérité pour autorité. Cette confiance aveugle est tellement enracinée chez certains hommes, surtout chez ceux qui sont âgés, qu'ils se montrent absolument inaccessibles à une vérité nouvelle qui contredit l'assertion d'un ancien auteur célèbre, ou la leur propre. Ce travers paralyse l'esprit, et le rend incapable de faire un seul pas vers la vérité.

§ 21. C'est par la seule voie de l'observation et de l'expérience que la physiologie a acquis ce qu'elle possède en faits et vérités incontestables, comme l'atteste l'histoire de cette science. Le principal moyen de l'enrichir et d'assurer ses progrès consiste à étudier avec soin les phénomènes de la vie et leurs conditions, à perfectionner de plus en plus les méthodes, à faire des observations et des expériences exactes. L'esprit humain ne peut manquer de recueillir de grandes et importantes découvertes dans cette branche du savoir, s'il s'élance hardiment sur la voie de l'observation et de l'expé-

rience, qu'il cherche et scrute d'une manière infatigable, et qu'il réfléchisse avec impartialité et sagacité sur les faits qu'il aura découverts. Chaque pas en avant ouvre de nouvelles routes, et chaque découverte fraie le chemin à d'autres.

Physiologie théorique, dogmatique ou philosophique.

§ 22. Tandis que, dans le champ de l'expérience, le physiologiste s'attache à découvrir les rapports des corps vivans, de l'homme en particulier, avec les sens, à se faire une idée claire de leurs phénomènes, et à les rassembler avec circonspection, une fois engagé dans celui de la théorie, il cherche à élaborer par la réflexion les faits qu'il a trouvés avec le secours de l'observation et de l'expérience, à les classer d'après leurs ressemblances et dissemblances, à les placer sous des points de vue généraux, à étudier leurs rapports les uns avec les autres, ainsi que leur enchaînement réciproque et leur dépendance mutuelle, enfin à découvrir leurs lois et leurs causes. Ainsi, les observations et les expériences nous fournissent seulement les matériaux de la physiologie, mais elles ne nous donnent point la science. La masse des faits relatifs à la vie que l'on a acquis par le moyen des sens, demande à être mise en ordre par le pouvoir réfléchissant de l'esprit, et l'enchaînement de causalité doit y avoir été découvert avant qu'on puisse la considérer comme le contenu d'une science, comme un ensemble logiquement constitué et divisé de connaissances sur la nature des corps vivans et de l'homme. L'établissement de la théorie, ou le classement des faits relatifs à la vie sous un certain nombre d'idées sommaires, la recherche des lois générales qui président à ces phénomènes, et l'explication de leurs causes, tel

est le problème principal de la physiologie. On ne peut arriver à la théorie que par des réflexions sur les faits dont les observations et les expériences ont procuré la possession ; car l'essence de la connaissance réfléchie consiste précisément à chercher ce qu'il y a de général dans les faits particuliers, et à les réunir ainsi sous un certain nombre de chefs. Si les matériaux acquis par la voie de l'expérience sont incomplets, la théorie établie par des réflexions sur eux est fausse également ; mais, d'un autre côté, les faits peuvent avoir été bien saisis, et cependant la théorie être fausse, lorsque les réflexions dont les faits fournissent la matière ne les embrassent pas sous tous les points de vue, et sont mal exécutées.

§ 23. Le but de la physiologie théorique ou philosophique, comme de toute autre science, est donc de classer la masse des faits recueillis jusqu'à ce jour, et de les ramener à des points de vue généraux. Il est d'autant plus difficile d'arriver à ce but, que les objets et phénomènes dont une science s'occupe sont plus difficiles, plus diversifiés, plus compliqués. La chose nécessaire avant tout, pour arriver à des points de vue généraux, c'est d'embrasser les objets et phénomènes en question jusque dans leurs moindres particularités. Plus on saisit les cas particuliers d'une manière claire et précise, et plus on peut concentrer son attention sur un point, plus on est sûr des matériaux auxquels on s'efforce de découvrir des rapports généraux. D'un autre côté, l'esprit doit savoir s'élever assez au-dessus des particularités, en s'en représentant la masse entière, pour pouvoir reconnaître ce que des milliers d'objets et de phénomènes ont de commun sur tel ou tel point, s'en faire une idée claire, et l'exprimer par une formule. Ces facultés de l'esprit, qui lui permettent de se concentrer sur tel ou tel sens, afin de saisir les phéno-

mènes particuliers des objets à observer, et de s'élever ensuite rapidement pour embrasser d'un seul coup d'œil la masse des objets avec leurs phénomènes, constituent le génie philosophique (1).

§ 24. Quant à l'arrangement et à la classification des faits acquis par la voie de l'observation et des expériences, à la déduction des conclusions qui en décou‑

(1) On a bien tenté aussi de construire la vie, sans emprunter le secours de l'expérience, et en la considérant sous le point de vue métaphysique, ou en se servant de l'intuition intérieure, comme l'appelaient les néo-platoniciens. Le fondateur d'un système moderne de philosophie de la nature, ou d'une connaissance de la nature déduite uniquement des idées, a prétendu que les lois de la nature doivent pouvoir être démontrées immédiatement dans la conscience comme lois de la nature, et celles de la conscience dans la nature objective comme lois naturelles. Il est parti de là pour admettre le parallélisme de l'intelligence et de la nature. Voici comment le grand Bacon (*De Dignitate et augmentis scientiarum, lib. I*) s'est exprimé relativement à cette manière de procéder : *Alius error fluit ex nimia reverentia, et quasi adoratione intellectus humani; unde homines abduxere se a contemplatione naturæ atque ab experientia, in propriis meditationibus et ingenii commentis susque deque volutantes. Cæterum præclaros hos opinatores (et si ita loqui licet) intellectualitos, qui tamen pro maxime sublimibus et divinis philosophis haberi solent, recte Heraclitus perstrinxit. Homines, inquit, quærunt veritatem in microcosmis suis, non in mundo majori. Respuunt enim quasi abecedarium naturæ primumque in operibus divinis tirocinium : quod si non facerent, potuissent fortasse gradatim et sensim, post literas simplices, et denique syllabas ad textum et volumen ipsum creaturarum expedite legendum ascendere. At illi contra, jugi et perpetua mentis agitatione, urgent et tanquam invocant suos genios, ut vaticentur iis, edantque oracula, quibus merito et suaviter decipiuntur. Quam suaviter delirant illi philosophi, cum innumerabiles construunt mundos, dum solem, dum lunam, stellas orbesque, nihilusquam hæsitantes, perinde quasi naturæ rerum architecto fuerint a secretis, quasi deorum consilio nobis advenerint. Quos natura cum suis conjecturis admodum ridet. Nam nihil apud illos esse comperti, vel illud satis magnum est argumenti, quod singulis de rebus certantes litibus haud dirimendis distinentur.* Enfin, Bacon dit, avec beaucoup de justesse, dans un autre endroit (*Novum organum, lib. I, aphor.* 9) : *Causa vero et radix fere omnium malorum in scientiis ea una est, quod dum mentis humanæ vires falso miramur et extollimus, vera ejus auxilia non quæramus.*

lent, enfin à la formation des idées et des jugemens qui reposent sur eux, c'est le secours de l'analyse, de la synthèse et de l'induction qu'il faut invoquer pour cela. Au moyen de l'analyse, nous décomposons les phénomènes composés et compliqués des corps vivans que l'aperception par les sens nous a fait saisir, et nous les réduisons à leur plus simple expression, en consacrant notre attention à chacun des points de vue sous lesquels on peut les envisager. Ce travail terminé, nous avons recours à la synthèse pour rapprocher les phénomènes semblables ou analogues, et nous cherchons à fixer dans une idée ce qu'un groupe d'entre eux contient de commun et d'essentiel. Enfin, appelant l'induction à notre aide, d'un grand nombre de faits semblables ou analogues, nous déduisons des règles et des lois générales. Ce sont ces conclusions qui dirigent la physique entière et toutes ses branches.

§ 25. Après avoir découvert les phénomènes généraux des corps vivans, ainsi que les modifications qu'ils présentent dans les divers groupes de ces corps, et dans une espèce particulière, l'homme, après avoir trouvé, en procédant toujours de la même manière, les qualités et manifestations d'activité de chaque tissu et organe, nous cherchons dans quel rapport ces qualités et manifestations d'activité se trouvent les unes par rapport aux autres, et nous étudions leur dépendance réciproque; car les parties qui entrent dans la composition d'un corps vivant, avec leurs manifestations d'activité, réagissent les unes sur les autres, et sont soumises à la loi d'une causalité mutuelle, nécessaire au maintien de l'existence.

§ 26. Les phénomènes et propriétés des corps vivans étant ramenés à des traits généraux, et les rapports qui existent entre eux bien constatés, il reste à démêler les

causes d'où ils dépendent. Le dernier terme de nos recherches dans le champ de la physique est la découverte des causes des phénomènes naturels.

Ici nous avons à observer les règles suivantes :

1°. Les phénomènes et effets de même espèce doivent être attribués à une même cause.

2°. Nous ne devons regarder comme vraie, que la cause qui repose sur des observations exactes et répétées, et qui est à la fois nécessaire et suffisante pour l'explication des phénomènes.

3°. Il ne faut pas admettre plus de causes qu'il n'y a d'effets manifestement et essentiellement différens.

§ 27. En jetant un coup d'œil sur les causes et conditions d'où dépendent les manifestations d'activité des corps organisés, ou les phénomènes de la vie, nous reconnaissons que les unes tiennent à ces corps eux-mêmes, à une disposition spéciale de leur substance matérielle et à leur organisation, tandis que d'autres leur sont extérieures, et se rapportent à l'action de la chaleur, de la lumière, de l'air, de l'eau et des alimens, qui exercent sur les corps vivans une influence nécessaire aux manifestations de la vie. Nous appelons les premières causes internes, et les autres causes externes de la vie.

§ 28. On donne le nom de *forces des corps vivans* aux conditions ou causes de leurs manifestations d'activité qui tiennent à leur nature même. De tout temps on a donné au mot de *force* des acceptions différentes, qui ont porté la confusion dans l'explication des phénomènes naturels. On désigne ainsi tantôt la propriété de produire certains phénomènes, c'est-à-dire, une cause inhérente à la nature même d'un corps, tantôt, au contraire, quelque chose qui ne fait qu'adhérer en quelque sorte aux corps et qui les pénètre, mais diffère objec-

tivement de leur matière. L'idée de force est, dans sa détermination la plus pure, une idée comparative, déduite de celle de la causalité. Lorsque nous apercevons certains phénomènes dans le monde sensible, la construction de notre entendement nous impose la nécessité de les rapporter, comme résultats ou effets, à une chose que nous appelons leur cause ou leur fondement réel. Nous attribuons une force à cette chose, considérée comme produisant certains phénomènes, et nous appelons ceux-ci ses effets ou ses manifestations d'action. Ainsi, nous apercevons dans les corps le phénomène de la pesanteur : les physiciens désignent sous le nom de gravitation la cause résidente en eux de ce phénomène. Cette force, autant que nous en pouvons juger par l'expérience, a son fondement dans la nature matérielle des corps, d'après les différences de laquelle nous voyons varier le phénomène de la pesanteur, d'où résulte ce qu'on appelle la pesanteur spécifique des corps. En appliquant le nom de gravitation à la cause inhérente aux corps de la pesanteur, les physiciens ne la considèrent point comme quelque chose qui subsiste de soi-même, qui diffère objectivement de la matière, et qui ne fasse qu'y adhérer, mais comme une qualité ayant son fondement dans la nature même des corps. Supposons-les, d'ailleurs, admettant que la cause de la pesanteur tient à quelque chose d'immatériel, ce qu'on ne peut démontrer en aucune manière, ils ne rendraient pas par là les phénomènes et les lois de la pesanteur plus clairs que ne l'ont déjà fait l'expérience et la réflexion. Il en est de même pour les différentes forces que les physiciens ont établies, et qu'ils considèrent comme causes ayant leur fondement dans des qualités matérielles, sans leur attribuer une existence à part, sans les croire objectivement différentes de la matière.

§ 29. La force est donc une idée purement subjective, par laquelle nous expliquons le rapport existant entre cause et effet, ou entre les qualités d'un corps et ses phénomènes, c'est-à-dire, que nous l'envisageons simplement comme la raison suffisante de l'action d'une chose. Les causes inhérentes à la nature matérielle des corps, qui rendent ces corps susceptibles de produire certains phénomènes sensibles, et que nous appelons forces, ont reçu des dénominations tirées des effets qui en résultent. Comme les choses hors de nous n'agissent sur nos sens qu'au moyen de leurs qualités matérielles, et que c'est seulement à l'aide de ces qualités qu'elles peuvent, avec le concours de l'activité de l'esprit, faire naître en nous des idées, il est impossible que, dans la recherche des causes ou forces déterminantes de leurs phénomènes, nous allions au-delà de leur substance matérielle. Que maintenant on vienne à demander si tous les phénomènes offerts par les corps ne sont réellement que des effets purs de leurs qualités matérielles, ou s'ils n'auraient pas peut-être leur fondement dans quelque chose qui n'est point matière, nous devons avouer franchement que la solution de ce problème dépasse la portée de notre intelligence, parce que quelque chose qui ne serait point matière, et qui par conséquent serait inaccessible aux sens, ne peut nullement parvenir à notre connaissance, n'ayant aucune voie pour se mettre en relation avec notre faculté de connaître.

L'expérience ne nous dévoile qu'une seule force, l'ame, qui se connaît elle-même, cherche les causes des phénomènes naturels, et conçoit par la pensée une cause suprême de la nature et d'elle-même, un être absolu, un dieu. Nous considérons cette force comme ayant son fondement dans une substance inaccessible aux sens, parce qu'elle ne s'aperçoit pas comme elle

voit les autres choses, c'est-à-dire, au moyen des sens externes, qu'au contraire elle se connaît elle-même, que par conséquent elle est à la fois objet et sujet, c'est-à-dire, objet de sa propre aperception intérieure. L'expérience nous apprend que cette force aussi se manifeste dans un corps et par l'intermède d'un corps. Nous n'avons nulle expérience ni aucune idée réelle d'une action de l'ame qui soit immédiate, qui ne se rattache point au corps, qui par conséquent en soit tout-à-fait indépendante. La physique et la physiologie ne s'occupant que des phénomènes et qualités des corps en général et des corps vivans en particulier, en tant qu'on parvient à les connaître par des aperceptions au moyen des sens, elles n'examinent point si cette force qui se connaît elle-même peut agir aussi d'une manière indépendante et sans être attachée à un corps. La solution du problème rentre dans le domaine de la métaphysique.

Par conséquent, nous attribuons des forces aux corps en tant qu'ils ont la propriété de se rendre apercevables à l'ame par l'intermède des sens, et ce mot nous sert seulement à exprimer le rapport qui existe entre cause et effet, ou entre les corps et leurs phénomènes (1).

§ 50. C'est seulement d'après les phénomènes qui nous sont offerts par les corps organiques ou vivans, que nous pouvons conclure l'existence en eux de différentes qualités, forces ou causes internes. C'est d'après la différence de ces phénomènes que nous déterminons

(1) Nous ne disconvenons pas, du reste, qu'il peut encore y avoir dans la nature des effets ou des manifestations d'activité que la constitution une fois établie de nos sens ne nous permet point d'apercevoir. Le monde extérieur et ses effets ne nous sont connus par les sens qu'autant que, par l'intermède de ceux-ci, ils font entrer notre ame en action, et obtiennent accès jusqu'à elle; mais on ne saurait démontrer qu'il ne puisse absolument pas exister d'autres effets que ceux-là.

les forces qui leur sont inhérentes, c'est-à-dire, les conditions qui, en eux, déterminent ou causent leurs manifestations d'activité. Quand nous apercevons des phénomènes et des manifestations d'activité semblables dans des corps organiques ou des parties de ces corps, nous attribuons à ces corps ou à ces parties des qualités ou forces semblables, ce qui veut dire qu'il y a en eux une condition ou cause en vertu de laquelle ils produisent des effets pareils.

L'importante question de savoir si les phénomènes qu'on aperçoit dans les corps vivans dépendent de forces d'une espèce particulière, de forces organiques, ou si l'on ne doit pas plutôt les considérer comme effets des forces appartenant à tous les corps, même à ceux qui ne jouissent point de la vie, ne peut être résolue que par une comparaison établie entre les phénomènes et qualités des corps vivans et ceux des corps inorganiques. Mais comme, en établissant ce parallèle, nous rencontrons des manifestations d'activité qui sont particulières aux corps vivans, et dans lesquelles nous ne pouvons voir des effets des forces physiques générales, cette circonstance nous autorise à admettre des forces vitales particulières ou des propriétés vitales. Avons-nous démontré l'existence de forces organiques, nous cherchons, en étudiant les phénomènes des corps vivans, à déterminer quelles sont celles qui appartiennent en commun aux plantes et aux animaux : c'est seulement alors que nous signalons les qualités propres à chacun de ces groupes de corps. Enfin, nous nous efforçons aussi, en comparant l'homme avec les animaux, de découvrir quelles sont les forces qui lui sont particulières. Nous sommes obligés d'admettre des causes et des forces spéciales pour tous les phénomènes essentiellement différens, aussi long-temps qu'il ne nous est

point possible de faire disparaître la différence qui existe entre eux, et de les réduire les uns aux autres. Les efforts des physiologistes doivent, en dernière analyse, tendre principalement à trouver les lois et conditions suivant lesquelles agissent les forces, et à découvrir le rapport de ces forces les unes avec les autres, c'est-à-dire leur action réciproque et leur dépendance mutuelle.

§ 31. On ne connaît cependant point encore la vie pour avoir été à la recherche des causes, inhérentes aux corps vivans eux-mêmes, d'où dépendent leurs phénomènes et manifestations d'activité, ou pour avoir découvert leurs qualités et forces, et fixé les lois d'après lesquelles ils agissent. En effet, les corps vivans ne sont point des êtres isolés, ayant en eux seulement les causes de leur existence; ils sont en rapport avec la nature entière, dont ils font partie. Toutes leurs manifestations d'activité et qualités dépendent aussi des influences extérieures. Pour que les corps organisés et leurs manifestations vitales durent, il faut un certain degré de chaleur, l'influence de l'air, la présence de l'eau et des matières alimentaires; la lumière est aussi une indispensable condition extérieure de vie pour la plupart des corps vivans. Quand les corps organiques cessent d'être en connexion avec l'une ou l'autre de ces influences extérieures, leurs manifestations de vie s'éteignent, et les rapports de leur substance matérielle, que nous considérons comme étant leurs causes internes ou forces, changent tellement, qu'ils ne produisent plus les phénomènes de la vie. Ainsi, les qualités et forces appartenant aux corps vivans sont soumises à des influences du dehors. Nous devons par conséquent soumettre cette dépendance à un examen approfondi, chercher les causes auxquelles elle se rattache, et fixer les lois auxquelles elle est assujettie. Ici encore nous avons à étu-

dier les conditions ou causes nécessaires à tous les corps organiques, de même que celles qui le sont seulement aux plantes, aux animaux et à l'homme en particulier. Enfin, nous devons aller à la recherche des changemens qui surviennent dans les manifestations vitales d'un corps, ou dans celles d'un appareil ou organe spécial, lors de l'action sur lui des différens objets extérieurs.

§ 32. Le dernier effort de la physiologie théorique consiste à prendre les résultats obtenus en réfléchissant sur les qualités et manifestations d'activité des corps vivans en général et de l'homme en particulier, comme aussi sur les causes de tous ces phénomènes, et à les enchaîner suivant un ordre logique, de manière à mettre de l'unité et de la liaison dans le tout. Un ensemble ainsi coordonné de connaissances constitue, quant à la forme, le système, et, quant au contenu même, la science de la physiologie. C'est le problème de beaucoup le plus difficile; car de grands obstacles se présentent à quiconque veut le résoudre avec calme et sans prévention. On découvre à chaque instant des lacunes provenant d'observations et expériences incomplètes, dont il est impossible de tirer aucun résultat certain. D'ailleurs, beaucoup d'objets n'ont point été examinés avec précision, ou même ne l'ont point été du tout: souvent il n'y a que des faits isolés, qu'on ne peut encore ni expliquer ni rattacher à d'autres, ou bien les vues et opinions des physiologistes à leur égard se contredisent. Plus nous nous familiarisons avec les phénomènes de la vie, plus nous acquérons l'intime conviction que notre savoir à cet égard se compose uniquement de lambeaux détachés. Et combien ne nous arrive-t-il pas souvent d'être obligés d'avouer qu'il y a beaucoup de choses que nous ignorons? Le physiologiste reste donc en arrière du but, qui est de donner une explication

complète de tous les phénomènes de la vie et de ses causes ; mais ce ne doit point être là un motif de renoncer à y atteindre. Lorsque nos connaissances sur les faits relatifs à tel ou tel phénomène de la vie sont insuffisantes pour pouvoir tirer des conclusions bien fondées, la tendance naturelle de notre esprit à envisager des faits, quelque isolés qu'ils soient, sous un point de vue général, et à les expliquer, nous oblige à recourir aux hypothèses, pour remplir provisoirement les lacunes. Cependant il ne faut pas construire sur des hypothèses comme sur des propositions démontrées, parce qu'alors on courrait risque de propager des erreurs. Ce ne sont que des propositions problématiques, qui ont encore besoin de preuve, mais qui peuvent très-bien conduire à la vérité, quand elles donnent lieu à de nouvelles recherches, à l'épreuve desquelles on les soumet avant de les admettre comme propositions définitivement recevables. Malheureusement la physiologie est plus exposée qu'aucune autre science à s'encombrer d'hypothèses, parce qu'il y a en elle beaucoup de choses qui n'ont point encore été examinées, et beaucoup qui ne le seront certainement jamais.

§ 33. Quoique le problème de la physiologie théorique soit de rechercher les phénomènes et les lois de la vie, d'en découvrir les causes, et de constituer les résultats obtenus en un tout dont les parties soient unies ensemble par un lien scientifique, cependant nous devons reconnaître qu'il y a des bornes dans la solution de ce problème. L'esprit humain, en vertu de son essence, qui le fait aspirer à compléter autant que possible ses connaissances, cherche bien à s'élever à la notion claire des causes premières de la nature et de leurs phénomènes, et on aperçoit en lui un désir de remonter au dernier anneau de la chaîne des effets et des causes ;

mais jusqu'ici l'accomplissement de ce désir a dépassé de beaucoup nos facultés. Il suffit de contempler les phénomènes de la nature avec quelque attention, pour ne pas tarder à s'apercevoir que les causes parvenues à notre connaissance ne sont que des effets de causes placées plus haut, qu'on ne peut par conséquent que s'élever d'une cause à une autre, qu'enfin nous arrivons à des causes incompréhensibles, et que là se brise le fil de nos recherches. Parmi les objets qui ont opposé jusqu'à ce jour des obstacles insurmontables à toutes les investigations tentées sur eux, et qui empêchent le physiologiste lui-même de poursuivre l'étude de la vie au-delà d'un certain terme, nous comptons la solution du problème relatif à ce qu'est la matière en elle-même, la connaissance des forces qui existent en elle (1), celle du rapport intime entre le corps et l'ame, celle enfin de la cause première et de l'acte créateur de l'univers,

(1) Qu'est-ce que la matière en elle-même? Est-elle active ou passive? La solution de ces questions a dépassé jusqu'à présent les bornes de nos facultés intellectuelles. Les philosophes ont émis un grand nombre d'opinions à leur égard, sans les résoudre. La seule idée que notre intelligence puisse se faire de la matière, en tant qu'objet susceptible de tomber sous les sens, est celle de l'existence dans l'espace. On n'a pas mieux réussi jusqu'à présent à découvrir l'essence des forces : nous ne les connaissons que par leurs effets, d'après lesquels nous concluons qu'elles existent, sans avoir cherché à savoir ce qu'elles sont en elles-mêmes. C'est par des observations, par des expériences et par la réflexion, que les physiciens et les chimistes ont découvert les phénomènes de l'attraction et de la répulsion, ceux de l'électricité, ceux du magnétisme et leurs lois; mais ils n'ont pu arriver jusqu'à la notion de ce que ces phénomènes sont en eux-mêmes, de leur cause première. En recherchant la cause des mouvemens des corps célestes, en expliquant leurs mouvemens par leur mutuelle attraction, Newton s'est bien gardé de vouloir expliquer l'attraction elle-même, à laquelle il assignait une cause d'un ordre supérieur. Prétendre concevoir les forces fondamentales, a dit Kant, c'est demander l'impossible. On les nomme fondamentales, précisément parce qu'elles ne procèdent d'aucune autre, c'est-à-dire, parce qu'elles ne peuvent point être conçues.

de notre planète et des corps qu'elle porte. Si le physicien s'abandonne au désir effréné d'approfondir toutes ces choses, qui sortent du domaine de l'exploration, l'imagination l'arrache du sol de l'expérience, et il court risque de tomber dans le mysticisme.

§ 34. La physiologie est donc, comme il ressort assez de tout ce qui précède, une science expérimentale fondée sur un empirisme rationnel. Elle ne doit abjurer son caractère empirique dans aucune de ses propositions, assertions et explications. Ses axiomes sont des conclusions tirées d'observations et d'expériences. Les règles et lois que l'induction indique pour les phénomènes et les causes de la vie n'ont qu'une valeur relative par rapport aux observations et expériences d'où elles ont été déduites. Elles ne sont regardées comme des vérités que jusqu'à ce qu'elles aient été modifiées ou rectifiées par d'ultérieures observations. Les axiomes établis de la manière énoncée précédemment sont réunis en un ensemble systématiquement ou logiquement coordonné, qui offre des lacunes toutes les fois qu'on manque encore d'observations et d'expériences, ou qu'elles ne sont pas suffisantes pour qu'on en puisse tirer des conclusions valables, ou enfin que les réflexions auxquelles ces conclusions servent de base ne les embrassent pas dans toute leur portée et sont fausses.

L'expérience et l'observation doivent se prêter la main pour nous procurer des connaissances sur la vie. La physiologie dans le champ de l'expérience est la première partie et la plus essentielle, parce qu'elle donne les faits, entre lesquels l'esprit fait un choix, qu'il range, et d'où il tire ensuite des conclusions générales. Ce doit être le premier objet du physiologiste d'acquérir des observations pures et sans prévention, car elles fournissent les matériaux à la pensée. Une fois

engagé dans le champ de la théorie, il s'attache à connaître les lois et les causes des phénomènes de la vie; après quoi il s'efforce de les ramener à l'unité, et de les enchaîner de manière qu'il en résulte un ensemble parfait (1).

Sciences accessoires à la physiologie.

§ 35. L'étude de la physiologie suppose certaines connaissances, sans lesquelles on ne peut faire un pas dans cette science. Avant tout, on doit être en état de bien se représenter clairement les choses, de concevoir avec justesse, de conclure et juger d'une manière conséquente, en un mot être bon penseur. C'est par l'étude des mathématiques et de la philosophie qu'on se prépare à celle de la physiologie et de la médecine. Quand on s'est occupé de ces deux sciences, on a exercé sa faculté de réfléchir, et l'on parvient facilement à extraire des cas particuliers ce qu'ils contiennent de général, comme à faire l'application du général au particulier.

(1) Bacon s'est exprimé d'une manière admirable, sur le rapport de l'empirisme au dogmatisme (*Nov. Organon, lib. I, aphor.* 95), dans le passage suivant: *Qui tractaverunt scientias, aut empirici, aut dogmatici fuerunt. Empirici, formicæ more, congerunt tantum, et utuntur. Rationales, aranearum more, telas ex se conficiunt. Apis vero ratio media est, quæ materiam ex floribus horti et agri elicit, sed tamen eam propria facultate vertit et digerit. Itaque ex harum facultatum, experimentalis scilicet et rationalis, arctiore et sanctiore fœdere bene sperandum est.* Bacon s'exprime en outre comme il suit (*aphor.* 19), au sujet de la méthode pour arriver à la vérité: *Duæ viæ sunt, atque esse possunt ad inquirendam et inveniendam veritatem. Altera a sensu et particularibus advolat ad axiomata maxime generalia, atque ex iis principiis eorumque immota veritate judicat et invenit axiomata media; atque hœc via in usu est. Altera a sensu et particularibus excitat axiomata, ascendendo continenter et gradatim, ut ultimo loco perveniatur ad maxime generalia; quæ via vera est, sed intentata.*

Les sciences qui servent immédiatement d'appui et de flambeau à la physiologie sont la physique, la chimie, l'histoire naturelle en général, la minéralogie, la botanique, et surtout la zoologie et l'anatomie comparée, dont nous allons développer l'influence.

Influence de la physique.

§ 36. La physique, qui s'occupe des qualités des corps en général, est supposée en physiologie comme science accessoire. La théorie de l'attraction et de la répulsion, de la pesanteur, du mouvement, trouve de nombreuses applications à la physique des corps vivans, puisque ces corps obéissent aussi aux lois physiques générales, et sont seulement modifiés par la vie. La mécanique est surtout utile dans l'histoire des mouvemens divers qu'exécutent les animaux. Ainsi, par exemple, on peut calculer combien un muscle a besoin de force pour vaincre la résistance qu'il rencontre à l'exécution de tel ou tel mouvement. Après la force qui lui est propre, tout dépend ici du point d'appui, comme dans la théorie des leviers. C'est de cette manière que Borelli, Mayow, Barthez et autres ont, en examinant la forme des articulations et l'attache des muscles, soumis au calcul les mouvemens variés des animaux dans la station, la marche, la course, le saut, la natation, etc. Les mouvemens des liquides se prêtent aussi jusqu'à un certain point à être expliqués par les lois de l'hydraulique ; seulement la force qui produit le mouvement est encore ici une force organique.

Les explications mécaniques doivent être employées avec beaucoup de réserve en physiologie, et il ne faut point oublier que les forces qui entrent en jeu dans le mouvement des corps organiques sont sous l'em-

pire de la vie. La mécanique ne donne jamais de solutions satisfaisantes sur la cause des manifestations d'activité des corps vivans. L'école des iatromathématiciens attachait trop d'importance aux applications de la mécanique, dont elle faisait servir les principes à l'explication des phénomènes de la vie. C'est précisément à cause de cet abus qu'elle a plus d'une fois nui à l'étude de la physiologie et de la médecine.

§ 37. Il est également nécessaire au physiologiste de savoir ce qui concerne la chaleur, la lumière, le son, l'électricité, le galvanisme et le magnétisme. En effet, la vie est soumise à des influences extérieures, et les substances impondérables, la lumière, l'électricité, le fluide magnétique, produisent dans les corps vivans des changemens divers dont on ne peut bien se faire une idée sans la connaissance de ces substances. L'histoire des sensations suppose en outre qu'on a, par le secours de la physique, acquis des notions sur les qualités des choses extérieures. La théorie de la vision est absolument inintelligible sans la connaissance de celle de la lumière. Le physiologiste doit connaître les lois suivant lesquelles la lumière se propage en partant des corps lumineux, pénètre dans les milieux différens, est réfractée par les corps transparens et réfléchie par les objets opaques. Pour comprendre le mécanisme de l'audition, il faut savoir quelles sont les lois physiques du son. Enfin la connaissance des substances impondérables et de leurs propriétés est encore d'une haute importance, sous ce point de vue que les corps vivans eux-mêmes en dégagent, par exemple, de la chaleur et même aussi, dans certaines circonstances, de la lumière et de l'électricité.

Influence de la chimie (1).

§ 38. La connaissance de la chimie, ou de l'histoire des changemens que l'affinité produit dans les corps, est également supposée en physiologie. Les corps vivans, considérés sous le point de vue de cette science, nous apparaissent comme des foyers d'opérations chimiques, car leur substance matérielle est assujettie à de continuels changemens. Ils attirent des matières du monde extérieur, et les combinent avec la masse de leurs parties liquides et solides; mais, d'un autre côté, ils en chassent d'autres hors d'eux-mêmes, sous forme vaporeuse ou liquide. Le changement de matière et le jeu des affinités se font principalement apercevoir dans les fonctions ayant pour but de maintenir les corps organiques dans un état qui les rende aptes à produire leurs manifestations d'activité. La digestion, la respiration, la nutrition et les sécrétions sont accompagnées de changemens continuels dans la composition matérielle. Ce que nous savons jusqu'à présent sur ces fonctions, nous le devons surtout aux recherches de la chimie. On voit, d'après cela, quelle est l'importance de cette dernière, comme science accessoire de la physiologie.

La physiologie demande à la chimie :

1°. D'explorer la composition des diverses parties liquides et solides des corps organiques;

2°. D'indiquer celle des matériaux que les organismes puisent dans le monde extérieur, et au moyen desquels ils conservent leur nature propre, par conséquent celle des alimens, de l'eau et de l'air;

(1) J.-C.-A. Clarus, *De Zoochemia*. Léipzick, 1800, in-4°. — H. Dewar, *The influence of chemical laws on the phenomena of physiology;* dans *Edinburgh medical and surgical Journal*, oct. 1821, p. 478.

3°. De rechercher les changemens que les matières alimentaires introduites dans les corps vivans subissent durant le cours de leur assimilation et de leur combinaison avec les parties liquides et solides de ces corps ; par conséquent d'étudier, surtout chez les animaux, les modifications que la composition de ces parties subit pendant la digestion : la formation du chyle, la respiration, la formation du sang et la nutrition ;

4°. Enfin, de faire connaître la composition des différentes matières qui sont rejetées par les corps organiques.

§ 39. Quoique la chimie ait répandu, dans ces derniers temps, beaucoup de lumière sur les phénomènes chimiques qui accompagnent la vie, cependant elle ne peut pas, dans l'état où elle se trouve actuellement, accomplir tout ce qu'on attend d'elle. Elle manque encore de réactifs et de méthodes pour mettre en évidence les rapports délicats de composition qui accompagnent la vie. D'un autre côté, on ne peut pas toujours, dans les analyses qu'elle exécute, distinguer ce qu'elle produit de ce qu'elle isole, et souvent on est dans l'incertitude de savoir si les principes découverts dans la composition des solides et des liquides y existent comme tels, ou s'ils sont les résultats de l'analyse chimique. Enfin, il ne faut pas perdre de vue que la chimie ne soumet les substances organiques à l'analyse qu'après l'extinction de leurs manifestations d'activité vitale, déjà vraisemblablement précédée elle-même d'un changement dans leur composition.

Quoi qu'il en soit, la chimie est une des sciences accessoires les plus importantes pour la physiologie, aux progrès de laquelle elle a déjà contribué et contribuera encore beaucoup. Il faut se garder seulement d'en faire une application illimitée, d'imiter l'école iatrochi-

mique, qui regardait tous les phénomènes des corps vivans comme de simples phénomènes chimiques, et d'expliquer la vie elle-même par les lois de la chimie. Les changemens de composition qui accompagnent la vie sont tous soumis à l'empire des forces dévolues aux corps organique. C'est ce que le physiologiste ne doit jamais perdre de vue (1).

Influence de l'histoire naturelle.

§ 40. L'histoire naturelle, avec ses trois branches, la minéralogie, la botanique et la zoologie, s'occupant

(1) Un des chimistes les plus distingués de l'époque actuelle, Berzelius, s'est exprimé de la manière suivante, au sujet de la chimie des corps organiques (*Traité de chimie*, traduit par A.-J.-L. Jourdan, t. V) : « Tout ce que nous pouvons faire dans cette partie « mystérieuse de la chimie, c'est d'observer les changemens chimiques « que les corps vivans produisent dans les élémens au milieu des- « quels ils se trouvent, c'est-à-dire, dans les réactifs chimiques dont « ils sont entourés; de suivre autant qu'il nous est donné de le faire « les phénomènes qui accompagnent l'exercice de l'action vitale; puis « de séparer les produits organiques les uns des autres, d'étudier « leurs propriétés et de déterminer leur composition. Mais tout cela « est fort difficile. Le premier obstacle que l'on rencontre, en traitant « des matières organiques, consiste dans la difficulté de distinguer si « l'objet qu'on veut examiner est une combinaison, ou seulement un « mélange de deux substances organiques, ou s'il est réellement isolé « de tous les autres. Il arrive souvent que deux matières organiques « combinées ensemble s'accompagnent réciproquement dans leurs « combinaisons avec des corps inorganiques; quand nous ne par- « venons à les séparer dans aucune de nos expériences, nous sommes « induits par là en erreur, et regardons la substance soumise à notre « examen comme étant exempte de tout mélange. De là résulte que « nous sommes toujours dans le doute si ce que nous considérons « comme une seule substance est réellement tel. D'ailleurs, il y a « impossibilité absolue, dans une foule de cas, d'obtenir une sub- « stance pure et exempte des matières étrangères dont la présence « nous est inconnue. Partout, dans la nature organique, les diffi- « cultés de séparer sont plus grandes, et les moyens d'y parvenir « moins nombreux que dans la nature inorganique, de sorte que « cette partie de la chimie peut être considérée comme étant encore

de la division des corps naturels d'après leurs qualités, est importante pour l'étude de la physiologie, en ce qu'elle permet d'apprécier plus facilement les différences entre les corps vivans et les corps sans vie, ou les minéraux, ce qui conduit à mieux saisir les qualités et manifestations d'activité des corps vivans eux-mêmes. La connaissance de la vie des animaux suppose celle des animaux et des plantes. En outre, il nous est impossible d'indiquer les particularités distinctives de l'homme, quand nous ignorons les diverses formes et qualités des animaux. D'ailleurs, l'étude de l'organisation animale suppose celle de la zoologie, comme préliminaire indispensable. Enfin, l'histoire naturelle est importante encore pour le jeune médecin, en ce qu'elle exerce son esprit et son jugement. Au fond, ce sont les mêmes facultés intellectuelles qui agissent, soit lorsqu'on détermine une plante ou un animal, et qu'on trouve sa place dans le système, soit quand on s'occupe du diagnostic d'une maladie au lit du malade. L'histoire naturelle doit donc être recommandée au jeune médecin, comme un des meilleurs exercices préparatoires à ses études principales.

Importance de la zootomie (1).

§ 41. La zootomie, ou anatomie comparée, exerce une influence puissante et reconnue sur la physiologie

« dans l'enfance. » Je renvoie au livre même pour apprendre à connaître les précautions qu'on doit prendre en pareille matière.

(1) B.-S. Albinus, *Oratio de anatome comparata*. Leyde, 1719, in-4°. — F. Griselini, *Dell' utilità della zootomia*. Venise, 1751. — L. Bojanus, *Introductio in anatomen comparatam, oratio academica*. Wilna, 1815, in-8°. — G. Lawrence, *An introduction to comparative anatomy and physiology*. Londres, 1816, in-8°. — Boftoli, *De utilitatibus quas anatomia comparata medicinæ attulit*. Padoue, 1823, in-8°.

de l'homme. Son importance ressort déjà de ce que les ouvrages anatomiques et physiologiques des anciens naturalistes et médecins grecs sont inintelligibles pour quiconque ne connaît pas la structure des animaux; car tout ce que ces écrivains savaient en anatomie, ils l'avaient puisé dans la dissection des animaux, les préjugés religieux de l'époque ne permettant pas qu'on ouvrît des cadavres humains. Certaines parties de notre corps portent des noms tirés de l'anatomie des animaux, et qu'on ne comprend que quand on est versé dans cette science. Enfin, dans le cours des deux derniers siècles, quoiqu'on se soit beaucoup occupé de la structure de l'homme, les plus importantes découvertes anatomiques et physiologiques ont cependant été faites sur des animaux. C'est par des expériences sur les animaux que Harvey a démontré la circulation du sang et approfondi les actes de la génération. C'est chez les animaux qu'Aselli a découvert les vaisseaux lymphatiques; que Rudbeck, Thomas Bartholin et Pecquet ont reconnu l'aboutissement de ces vaisseaux dans les veines sousclavières. Maurice Hoffmann a trouvé dans les oiseaux le canal excréteur du pancréas, que Wirsung démontra ensuite chez l'homme. Stenon, Wharton et autres ont observé pour la première fois les conduits excréteurs des glandes salivaires dans des mammifères. De Graaf a prouvé, par des recherches sur les animaux, que les ovaires sont les organes préparateurs du germe. Volcher Coyter, Vesling, Malpighi et autres, ont, par leurs observations sur l'œuf couvé des oiseaux, répandu la lumière sur l'origine et la formation du fœtus. En un mot, c'est à la zootomie que nous devons presque toutes les découvertes importantes en anatomie et en physiologie. Cette assertion est vraie surtout pour le dix-septième siècle, qui fut si riche en découvertes de ce genre,

et qui fait époque dans l'histoire de l'anatomie et de la physiologie. Dans ces derniers temps même, l'anatomie comparée a contribué d'une manière puissante à compléter nos connaissances sur la structure intime et les fonctions de diverses parties. La dissection surtout des colosses du règne animal, de la baleine, de l'éléphant, etc., nous a procuré des notions plus précises sur la structure de certains organes, que leur petitesse avait soustraits aux regards scrutateurs des anatomistes chez l'homme, ce qui a répandu en même temps du jour sur leurs fonctions.

En examinant d'un peu plus près les services que la zootomie a rendus dans ces derniers temps à la physiologie, on trouve qu'à elle seule on doit ce que nous savons sur la partie de cette science qui traite des lois de la formation et de la théorie de l'organisation animale. Or, c'est là précisément ce qui a élevé l'anatomie au rang des sciences, honneur auquel elle n'avait pu prétendre tant qu'elle s'était bornée à de simples descriptions des parties du corps de l'homme ou d'autres animaux.

§ 42. La zootomie, traitée philosophiquement, répand de la lumière sur la grande variété de l'organisation animale et sur les lois d'où elle dépend, en poursuivant la forme externe et interne des animaux, la structure des différens appareils et organes, et la disposition que les tissus présentent au milieu de leur formation et de leur combinaison graduelles, dans toutes les classes, tous les ordres, tous les genres et toutes les espèces. Elle peut s'y prendre pour cela de deux manières. Tantôt elle considère l'organisation de chaque classe à part, fait connaître les noms, la disposition et la structure des appareils et organes qui se trouvent dans les animaux d'un groupe, et indique les modifica-

tions qu'ils offrent dans les différens ordres, genres et espèces. Tantôt elle examine l'un après l'autre les appareils consacrés à chaque fonction, les organes de la digestion, de la respiration, de la circulation du sang et de la sécrétion, le système nerveux, les organes des sens, du mouvement et de la génération, les poursuit dans toutes les classes, les genres et les espèces, et signale les particularités qui les y distinguent.

Que le zootomiste suive l'une ou l'autre de ces méthodes, deux nouvelles voies s'ouvrent devant lui pour faire ses recherches et en donner les résultats. Ou bien il suit l'échelle de l'organisation, en descendant depuis l'homme, et commence par exposer l'organisation entière, ou celle des divers appareils, chez les animaux qui se rapprochent le plus de l'homme par leur structure, les mammifères, passant de là aux oiseaux, reptiles et poissons, examinant ensuite les crustacés, les arachnides, les insectes, les mollusques, les annélides, les radiaires, les vers intestinaux et les méduses, et terminant enfin par les polypes et les infusoires. En suivant cette marche, le zootomiste résout peu à peu les structures compliquées en d'autres plus simples, et descend graduellement de l'organisation connue de l'homme, qui est la plus complexe, à celle, de plus en plus simple, des animaux. Ou bien il procède d'une manière inverse : il commence par s'occuper, soit de chaque organe ou appareil, soit de l'organisation entière des différentes classes d'animaux, chez ceux qui sont les plus simples ou les moins élevés dans l'échelle, puis il remonte par degrés, et de classe en classe, jusqu'à l'homme. Cette méthode a l'avantage de faire connaître chaque organe et appareil dans sa forme la plus simple, d'en montrer les premiers rudimens et le développement insensible, enfin, d'en présenter à l'esprit de l'observa-

teur la complication graduelle jusqu'à l'homme. On procède donc ainsi du simple au composé. Chacune de ces deux manières présente de grands avantages, et prouve clairement que la nature obéit à des lois et des règles dans l'immense variété de ses productions. Il y a pour tous les appareils et organes certaines formes fondamentales, qui, diversement modifiées et combinées, deviennent la source de toutes celles qu'on rencontre dans le règne animal. C'est précisément l'étude de la configuration externe et interne des animaux aux différens degrés de l'échelle, la connaissance des analogies existantes entre ces divers degrés, et l'appréciation des lois d'où ils dépendent, qui fait l'objet de l'anatomie considérée comme science.

§ 43. La zootomie ne s'occupe pas seulement de la structure des animaux dans leur état parfait; elle examine aussi la manière dont ils naissent et se développent dans l'œuf, et les étudie aux différens degrés de leur métamorphose. De ces recherches découle l'important résultat que les divers organes des animaux des classes supérieures se montrent à leur origine sous une forme très-simple, telle que celle qu'ils conservent pendant la vie entière dans les animaux des classes inférieures. A mesure qu'ils font des progrès dans leur développement, ils passent par divers degrés inférieurs d'organisation, et prennent enfin celle qui est propre à la classe, à l'ordre, au genre dont ils font partie. La nature semble donc, dans la formation et l'évolution des individus, obéir aux mêmes lois que l'on observe dans celles des différens groupes d'animaux.

L'anatomie comparée, en marchant de concert avec l'anatomie du fœtus, a fourni les notions les plus importantes sur la formation et le développement des organes de l'homme, et sur les lois qui y président. De là

est résultée une nouvelle carrière ouverte aux investigateurs de l'organisation animale.

§ 44. L'étude de l'organisation animale influe encore d'une manière fort importante sur la physiologie, en ce que c'est elle qui nous procure le plus de lumières relativement à la destination des organes, et qui nous fait apercevoir les rapports existans entre la structure des divers organes et leurs manifestations d'activité. Nous voyons l'organisation varier suivant les milieux dans lesquels se tiennent les animaux, et nous apprenons à connaître les relations existantes entre les influences extérieures et la structure des organes. Quelques exemples rendront cette assertion plus sensible.

La structure des organes digestifs est en parfaite harmonie avec la nature des alimens. La conformation des dents et des mâchoires, le nombre et le volume des glandes salivaires, la forme et la structure de l'estomac, la longueur et la disposition du canal intestinal offrent des différences relatives aux qualités des substances alimentaires dont les animaux font usage. Plus ces substances se rapprochent du corps animal par leur composition, plus elles sont solubles dans les sucs digestifs, et moins la structure des organes de la digestion est compliquée ; tandis qu'au contraire la complication de cet appareil augmente en proportion de l'hétérogénéité qui s'établit entre les alimens et le corps animal : elle croît aussi avec leur cohérence et avec leur difficulté à se dissoudre dans les sucs digestifs.

La structure et la disposition des organes de la respiration sont établies d'après les milieux qu'habitent les animaux. Elles ne ressemblent pas chez les animaux respirant l'air à ce qu'elles sont chez ceux qui respirent l'eau. La structure du cœur et la distribution des vaisseaux s'y rattachent d'une manière intime. La disposition

du système vasculaire sanguin exerce à son tour une grande influence sur les manifestations d'activité des muscles et des nerfs, de même que sur les fonctions de la nutrition.

Nous voyons en outre qu'un rapport parfait a lieu entre la conformation des organes des sens et du mouvement et le séjour de l'animal. L'étude du système nerveux, de ses rapports avec l'organisation entière, avec les organes des sens et du mouvement, avec les milieux qu'habitent les animaux, et la comparaison de sa structure avec les phénomènes intellectuels que nous observons chez les animaux, nous éclairent sur ses fonctions, à la connaissance desquelles nous ne pouvons parvenir par une autre voie qu'en observant la manière dont il est organisé. Comme l'organisation animale est l'effet de forces appartenant aux animaux, il est clair que celui qui se livre à l'étude de la vie et de ses lois jette les yeux dans le laboratoire de la vie en contemplant la structure, et que des effets de cette vie il peut tirer des conclusions relatives à ses forces. En un mot, l'anatomie comparée ouvre au physiologiste qui pense un champ immense de recherches fécondes.

§ 45. Ainsi ce n'est qu'en comparant les divers organes et appareils du corps humain avec ceux des animaux, que l'on apprend à connaître l'importance et la nécessité de telle ou telle disposition de ces organes ou appareils pour l'exercice de leurs fonctions, et à concevoir la part qu'ils prennent aux phénomènes de la vie. Buffon avait raison de dire que, s'il n'existait point d'animaux, la nature de l'homme serait encore plus incompréhensible. Il résulte de là que l'anatomie comparée est l'ame de l'anatomie et de la physiologie, suivant l'expression de Leibnitz. Haller était donc pleinement fondé à dire : *Anatome brutorum plus boni fecit in*

physiologia, quam anatome corporis humani. Situm, figuram, magnitudinem partium ex homine disci præstat; utilitates et motus partium animalibus fere debemus. Que les commençans n'oublient pas non plus la déclaration suivante de ce grand et habile physiologiste, au sujet de l'importance de la zootomie : *Verum ab humana anatomia physiologia minimo plena repetitur. Quotidie experior, de plerarumque partium corporis animalis functionibus non posse sincerum judicium fieri, nisi ejusdem partis fabrica et in homine, et in variis quadrupedibus, et in avibus et in piscibus, sæpe etiam insectis innotuerit* (1).

Importance de l'étude de la physiologie pour la médecine (2).

§ 46. Le but de la médecine est de conserver la santé et de guérir les maladies. Pour bien saisir ce qu'il y a de particulier dans ces deux états différens de la vie, ce qui constitue leur essence, et quelles en sont les causes, il faut connaître la vie, ses phénomènes et ses causes. On ne peut donc s'élever à l'idée de la santé et à celle de la maladie qu'après avoir établi l'idée de la vie. Le médecin ne peut tracer des règles pour la conservation de la santé de l'homme que quand il connaît les manifestations vitales et les fonctions du corps humain, celles de ses différentes parties et leurs rapports réciproques, et qu'il sait de quelles causes elles dépendent. Il ne saurait non plus donner des préceptes certains pour guérir les maladies avant de savoir en quoi consistent ces maladies, ou les écarts des manifestations vitales et fonctions de

(1) Cette phrase devra être méditée aussi par ceux qui se mettent en tête qu'on n'étudie la structure du corps humain que pour apprendre à couper bras et jambes.

(2) Jacques Macartney, *A lecture on the uses of anatomy and physiology in various branches of knowledge*. Dublin, 1826.

l'état normal, et sous l'empire de quelles causes elles sont placées. Par conséquent il ne faut pas considérer la physiologie comme une partie ou branche de la médecine, ainsi qu'on le prétendait autrefois; car au contraire la médecine n'est qu'une application de la physiologie, à laquelle elle est dans le même rapport que les mathématiques appliquées aux mathématiques pures. De même que les mathématiques appliquées supposent les axiomes des mathématiques pures ou générales comme connus, de même aussi la médecine, si elle veut aspirer au titre de science, doit emprunter ses principes à la physiologie, et en faire l'application toutes les fois qu'il s'agit de chercher et d'expliquer les phénomènes et les causes des maladies, ou la manière d'agir des influences dont le médecin fait usage pour écarter celles-ci. Entrons dans quelques développemens à ce sujet.

§ 47. Les maladies sont des dérangemens des fonctions de l'homme. Le médecin ne peut saisir ou reconnaître ces dérangemens que quand il a acquis des notions parfaites sur les manifestations de la vie dans l'état de santé, car ce sont ces manifestations qui servent de mesure pour apprécier les phénomènes de la maladie. Pour citer un exemple, il ne saurait déterminer si les mouvemens du cœur et le pouls s'écartent de l'état de santé, ou sont dans un état maladif, lorsqu'il ignore comment ils sont chez l'homme bien portant, et quelles différences ils offrent suivant l'âge, le sexe, la constitution, l'époque de l'année et du jour, la température extérieure, la nature des alimens et des boissons, le repos et l'exercice, les passions et affections morales. Il en est de même pour toutes les autres manifestations de la vie chez l'homme. Nulle ne peut être déclarée maladive quand le médecin n'est point en état de la

juger du point de vue physiologique. Galien avait déjà dit avec justesse : *Cujusque morbi tanta est magnitudo, quantum a naturali statu recedit; quantum vero recedat, is solus novit, qui naturalem habitum adamussin tenuerit.*

§ 48. Le médecin ne peut non plus saisir et rechercher les causes des maladies lorsqu'il ne connaît pas les conditions et circonstances dont les manifestations de la vie dépendent, et qui les maintiennent dans l'état de santé. Les maladies sont produites par des causes externes ou internes. Parmi les premières se rangent les choses du dehors, ou les influences extérieures, dont le défaut, l'abus ou tout autre état quelconque porte le trouble dans les fonctions de l'homme. Les autres, au contraire, ou les causes internes, tiennent à l'abus que l'homme lui-même fait de ses organes. Quand le médecin veut déterminer si une maladie a été occasionée par les influences extérieures, il est obligé de savoir que tout dépend des influences du dehors, et de connaître la manière dont ces influences agissent. Il doit savoir quelle action exercent sur les corps vivans l'air, sa composition, sa température, sa densité, sa sécheresse ou son humidité, sa tension électrique, son repos ou son mouvement; quelle autre provient de la lumière, de l'eau, des alimens et boissons, des poisons et autres choses. Ces connaissances, il les emprunte à la physiologie, qui non seulement montre la dépendance dans laquelle est la vie des influences extérieures, dont elle prouve la nécessité et indique la manière d'agir, mais encore apprend comment les changemens survenus dans ces influences exaltent, diminuent ou modifient d'une manière quelconque les manifestations d'activité des divers appareils du corps humain. Pourvu de cette instruction, il est à même d'apprécier la part qui, dans

tel ou tel cas donné, appartient aux causes extérieures comme causes de maladies.

Il en est de même pour la recherche des causes internes de maladies qui naissent de l'abus des organes. Le médecin doit interroger la physiologie pour apprendre d'elle jusqu'à quel point les organes dépendent des déterminations de la volonté dans leurs fonctions, d'après quelles lois celles-ci s'exécutent, et quelles en sont les conditions. La physiologie lui enseigne quelle influence le genre d'occupation, l'état, la profession, la manière de vivre de l'homme exercent sur ses fonctions, quels appareils et organes s'en ressentent plus particulièrement et voient par là leur activité s'accroître ou faiblir. C'est donc elle qui lui dévoile les effets sur l'économie animale de diverses manifestations de force exaltées ou diminuées par la volonté, et qui lui enseigne quels changemens et quels désordres découlent de cette source. Comme le genre d'occupation, la manière de vivre et l'état de l'homme sont la cause prochaine de l'exaltation d'une multitude de passions, d'affections morales et de désirs, mais que ces passions, affections et désirs réagissent plus ou moins, comme la physiologie le démontre, sur les fonctions de presque tous les organes, et deviennent les causes de troubles variés, le médecin se trouve également mis par ces connaissances en état d'acquérir des notions sur les causes internes des maladies, qui lui demeureraient cachées sans elles.

§ 49. La physiologie nous apprend que tous les tissus, organes et appareils du corps humain vivant sont, à l'égard de leurs manifestations d'activité, dans un rapport mutuel d'action et réciproquement nécessaires les uns aux autres. Toute exaltation, diminution ou modification quelconque de la fonction d'un organe réagit plus

ou moins sur les autres. La connaissance de l'action mutuelle des organes dans l'état de santé met le médecin à portée d'apprécier aussi leur influence réciproque dans les maladies, de rechercher l'enchaînement des causes et des effets, et de distinguer quels sont les phénomènes morbides qu'on doit considérer comme primitifs et essentiels, quels comme secondaires et non essentiels. Or, c'est précisément ainsi qu'il arrive à cette notion juste de la nature d'une maladie qui doit précéder et guider l'établissement d'un plan rationnel de traitement. Il suit de là que l'histoire des maladies, de leurs phénomènes et de leurs causes, comme aussi le jugement qu'on porte à leur égard, doit s'appuyer sur la physiologie. Quand celle-ci n'a point encore découvert les fonctions des organes, ni trouvé leurs conditions et leurs lois, le médecin est obligé de s'en tenir à l'étude des phénomènes morbides et des circonstances dans lesquelles ils éclatent, sans pouvoir les interpréter ni les expliquer davantage (1).

§ 50. La doctrine de traitement des maladies, ou la thérapeutique, repose en partie sur la pathologie et en partie sur la matière médicale. Il est clair que le médecin ne pourrait guérir une maladie qu'il ne serait point en état de reconnaître, et dont les rapports de causalité ne lui seraient pas dévoilés par la pathologie. Si la connaissance et l'appréciation des phénomènes,

(1) Quoique la pathologie repose sur la physiologie, et qu'elle doive lui emprunter ses principes, l'observation des maladies procure aussi de grands avantages. C'est elle surtout qui dévoile l'action mutuelle des organes, leurs sympathies et leur dépendance réciproque dans les fonctions, et qui met la physiologie en position de pouvoir tirer de l'état des fonctions troublées dans les maladies des conclusions relatives à la part qu'elles prennent à la conservation de la vie dans l'état de santé, ainsi que C. G. Ludwig l'a démontré (*De Physiologia per phænomena pathologico-therapeutica illustrata*. Léipzick, 1755, in-4°). Le physiologiste ne doit donc point ignorer la pathologie.

de l'essence et des causes des maladies supposent des notions physiologiques approfondies, ces notions ne sont pas moins nécessaires quand il s'agit d'employer les moyens curatifs. Ces moyens sont internes ou externes, comme les causes des maladies. Les premiers consistent en préceptes à l'aide desquels le malade doit remédier aux désordres des manifestations de la vie qu'il s'est attirés par l'abus de ses organes. Ils ont trait au régime du corps et de l'esprit, au genre d'occupation, à la manière de vivre, aux manifestations d'activité des organes des sens et du mouvement, à la satisfaction des penchans, en un mot, à la régularisation de toutes les fonctions sur lesquelles l'homme exerce une influence quelconque par sa volonté. Ils consistent à exciter des manifestations d'activité morale, l'espérance, la confiance, l'affection, la docilité, que le médecin sait inspirer au malade par sa considération et sa conduite, son caractère, sa dignité, ses vertus compatissantes, de même que par ses connaissances. Il est clair, sans qu'on ait besoin de le prouver, qu'un médecin qui n'est point physiologiste et psycologiste, n'entend rien au maniment des moyens internes de guérison. Aussi la plupart de ceux qui exercent cette profession se bornent-ils à l'emploi des médicamens que leur offre l'officine des pharmaciens. Quant à ce qui concerne les moyens externes de guérison, ce sont des substances que le médecin fait agir sur le corps malade, par l'intermédiaire des organes digestifs, des organes respiratoires, de la peau, ou même des organes des sens, afin de remédier aux troubles survenus dans les fonctions du corps humain tout entier ou de quelqu'une de ses parties. Tantôt ce sont des influences agissant aussi sur l'homme dans l'état de santé, comme la lumière, le son, la chaleur et le froid, l'air, les alimens et les boissons,

dont, suivant les désordres des fonctions, il prescrit et dirige l'emploi de manière à ramener au rhythme de la santé ces fonctions exaltées, diminuées ou dérangées d'une manière quelconque. La physiologie doit lui avoir enseigné comment elles agissent. Tantôt il se sert de moyens pour la plupart desquels le hasard seul a dévoilé leur utilité contre certaines maladies, et dont les effets ont été soumis au creuset d'une longue observation, ou même d'expériences sur des animaux vivans. L'observation des effets ou des résultats produits par les médicamens appliqués aux organes de la digestion, à ceux de la respiration ou à la peau, suppose, de la part du médecin, des connaissances physiologiques approfondies. Ces connaissances lui sont nécessaires non seulement pour juger des effets qu'ils produisent dans les organes avec lesquels on les met immédiatement en rapport, et des changemens qu'ils y éprouvent, mais encore pour déterminer si et comment ils peuvent passer dans la masse du sang, quels changemens ils y déterminent, de quelle nature sont leurs effets sur le cœur, le système nerveux et les organes des sécrétions. Lorsqu'il s'agit de médicamens appliqués aux organes des sens, ce n'est pas à leur seule action immédiate sur ces organes que l'on doit s'attacher; il faut encore avoir égard à celle qu'ils exercent sur l'ame, aux sensations et idées qu'ils font naître par là, et aux modifications qu'ils introduisent de cette manière dans le rhythme et les manifestations d'activité de l'esprit.

On voit d'après tout cela combien la physiologie est importante pour la connaissance des effets produits par les moyens curatifs. A la vérité, il existe un grand nombre de médicamens dont l'action salutaire dans différentes maladies est prouvée par l'expérience, comme celle du mercure dans la syphilis, du quinquina dans

les fièvres intermittentes, et dont on n'a point encore expliqué la manière d'agir. Le médecin les emploie ordinairement sur la recommandation d'autres médecins expérimentés. Cependant on ne peut attendre que des progrès de la physiologie l'explication de la manière dont ils agissent et l'interprétation des règles empiriques qui les concernent.

§ 51. Il est facile de démontrer que la physiologie procure aussi les plus grands avantages à la chirurgie, et qu'elle l'élève au niveau des sciences. L'histoire de la chirurgie atteste qu'elle doit d'immenses progrès à ceux des connaissances acquises sur la structure et les manifestations de la vie du corps humain. Les notions exactes sur la structure ont conduit à trouver des méthodes opératoires meilleures, à imaginer des instrumens et des appareils plus appropriés au but. Les nombreuses expériences faites sur des mammifères, relativement aux manifestations vitales des divers tissus et organes, l'étude des phénomènes que ces tissus et organes présentent lorsqu'ils viennent à être blessés, les observations recueillies sur la sécrétion du pus, la formation des bourgeons charnus, la réunion des os, des muscles, des nerfs et des autres parties, les expériences sur les effets qu'entraînent les lésions et la ligature des artères, le fait constaté de la dilatation des vaisseaux collatéraux, etc., ont été la source des grands progrès que la chirurgie a faits dans ces derniers temps.

Avant qu'un chirurgien procède à une opération, dans un cas donné et qu'il a bien jugé, il doit savoir :

1°. Quelles différences les manifestations de la vie du corps et de ses parties présentent suivant l'âge, le sexe, la constitution, les saisons, le climat et l'état de l'atmosphère, car c'est d'après ces circonstances qu'il établit son jugement sur l'opération qu'il va entreprendre.

2°. Il doit avoir des notions parfaitement exactes sur la structure et la constitution de l'organe ou de la partie qu'intéressera l'opération. Il doit en connaître la situation et les rapports avec les parties voisines, ainsi que les vaisseaux sanguins et les nerfs qui se trouvent aux alentours, afin d'éviter que son instrument n'intéresse ces derniers; mais, s'il ne peut éviter de blesser de gros vaisseaux, il doit savoir sur quel point appliquer la compression ou la ligature des troncs vasculaires pour arrêter sûrement l'hémorrhagie.

3°. Il doit connaître les manifestations vitales des parties sur lesquelles il agit, savoir quels troubles en résulteront dans l'économie animale, par suite tant de l'irritation du système nerveux que de l'inflammation qui s'établira, et ne point ignorer comment on peut remédier à ces désordres, ou y mettre des bornes.

L'opération une fois faite, le chirurgien a besoin de savoir par quelles influences et quels moyens curatifs l'activité vitale des parties lésées et du corps entier peut être dirigée de manière que la guérison s'ensuive. Les préceptes de son art reposent donc principalement sur des connaissances anatomiques et physiologiques, et on ne peut considérer comme en possession d'un savoir raisonné, que celui qui sait juger, d'après les principes de la physiologie de l'homme, s'il est permis d'entreprendre une opération, quand elle doit être exécutée, comment il faut s'y prendre pour la bien faire; et quelle conduite il importe de tenir lorsqu'elle est achevée. Beaucoup de chirurgiens possèdent l'habileté nécessaire à la pratique des opérations; mais ils ne sont point physiologistes, ni médecins, et c'est précisément ce défaut qui, malgré toute leur adresse, les rend si malheureux dans l'exercice de leur profession, parce qu'ils ne savent ni choisir le moment favorable pour pro-

céder aux opérations, ni traiter les malades qui les ont subies.

§ 52. Ce qui précède démontre l'importance de la physiologie dans la médecine et ses diverses branches. Cette dernière ne cessera d'être une simple agrégation de propositions expérimentales, pour la plupart incohérentes, et inconnues dans leurs causes, que quand la physiologie, bien établie comme science de la vie, de ses causes et de ses lois, par la voie de l'observation et de la réflexion, pourra être appliquée à la doctrine des maladies et de leur traitement. Toute tentative faite dans la vue de les mener à ce but par d'autres moyens est frappée de stérilité, ce que prouvent assez les théories imaginées depuis vingt siècles; aussi les bons esprits sont-ils convaincus depuis long-temps qu'on ne parviendra jamais à imprimer un caractère scientifique à la médecine, si ce n'est en y faisant l'application des connaissances acquises par l'étude de la physique générale et de celle des corps vivans en particulier (1). La physique, la chimie, l'histoire naturelle, l'anatomie et la physiologie, sont les sciences préparatoires indispensables pour elle, et quiconque néglige de les approfondir doit renoncer au titre de médecin agissant d'une manière rationnelle, c'est-à-dire, jaloux de se rendre un compte satisfaisant de la conduite qu'il tient au lit du malade. Il est vrai que de grands vides s'aperçoivent encore dans l'état actuel des sciences naturelles, de la physiologie en particulier, et de leur application à la médecine; mais tous les médecins véritablement instruits doivent réunir leurs efforts pour les combler par

(1) Zimmermann appelait la physiologie la base de la médecine. Reil aussi définissait la médecine la physiologie des corps organisés, dans leur rapport de réciprocité avec le monde extérieur, appliquée au maintien et au rétablissement de leur santé.

des observations nouvelles et par des réflexions faites sans prévention. Ce n'est que quand ces lacunes ne sont point encore effacées, qu'on peut se permettre d'agir d'une manière purement empirique, en suivant les préceptes donnés par les praticiens recommandables.

§ 53. Je terminerai ce que j'ai à dire sur l'importance de l'étude de la physiologie en médecine, par quelques réflexions sur la théorie et la pratique médicales. Dans nulle autre branche du savoir humain, la discussion relative à la valeur de la théorie et de la pratique n'a été si souvent renouvelée, et conduite avec tant d'animosité. Le but de la théorie, en médecine, est de saisir les phénomènes des maladies, de les isoler, de les classer, d'en retracer l'origine, le cours et la terminaison, d'assigner les causes d'où ils dépendent, enfin, d'indiquer les moyens à l'aide desquels on peut éloigner les maladies, d'étudier la manière dont ils agissent, et de poser les règles à suivre dans leur emploi.

Nous appelons médecin savant, celui qui connaît et qui s'est approprié les résultats des recherches faites par des hommes recommandables sur les phénomènes, la marche, les signes et les causes des maladies, ainsi que leurs préceptes au sujet du traitement de ces dernières. Mais celui-là est en même temps un bon praticien, qui a l'art d'appliquer ces connaissances, c'est-à-dire, de rapporter chaque cas individuel à la règle, et de trouver, dans une maladie donnée, les préceptes qui peuvent y être relatifs. Voilà en quoi consiste le talent pratique, qui, en supposant d'ailleurs un bon fonds de connaissances et des dispositions heureuses de l'esprit, doit se développer au lit du malade, sous la direction d'un médecin savant et expérimenté. Cicéron a dit avec raison : *Nec medici, nec imperatores, nec oratores quamvis artis præcepta perceperint, quidquam magnæ*

laudis dignum sine usu et exercitatione consequi possunt. La première condition pour l'exercice de la médecine, après l'acquisition de connaissances théoriques valables, est donc, comme dans toutes les autres occupations pratiques de la vie, l'aptitude à se faire une idée claire et exacte des phénomènes dans chaque cas qui se présente, à bien saisir le rapport des causes et des effets, à les juger sous le point de vue de la théorie, et à savoir mettre en œuvre les préceptes de cette dernière.

Il y a beaucoup de médecins qui sont d'excellens théoriciens, et qui cependant ne sont point praticiens, qui, malgré tout leur savoir, ne sauraient reconnaître un cas donné, ni le rapporter à la règle. Ce sont ceux qui ont étudié dans les livres, mais qui n'ont point cultivé le talent d'appliquer au lit du malade les connaissances acquises. D'autres, dont le nombre est fort grand, et qui s'intitulent seulement praticiens, agissent d'après l'analogie des cas qui se sont déjà offerts à eux, en l'appliquant à tout hasard, sans se rendre davantage compte de leur conduite. Ce sont là les grossiers empiriques, les routiniers, les contempteurs de toute théorie. Ceux-là surtout cherchent les remèdes nouveaux, et essayent les moyens employés par d'autres médecins de leur trempe. Quelque aisé qu'il puisse paraître d'agir d'après la simple analogie des cas déjà observés, c'est cependant une chose fort difficile, parce que chaque cas nouveau présente des modifications spéciales. Le médecin ne fait que juger sur un cas particulier de maladie, quand, après avoir pris en considération les circonstances de la vie du sujet, eu égard à l'âge, au sexe, à la constitution, au genre de vie, à la profession, etc., il établit ce qu'il y a de particulier dans le cas en question, et déduit de tout cela des préceptes à l'usage de la médecine en général. Mais c'est là se servir de la

théorie. Agir sans théoriser, c'est la même chose qu'agir sans penser.

Le mépris que beaucoup de praticiens affectent pour la théorie, dépend de plusieurs causes différentes. Chez certains, il tient à ce qu'étant mauvais penseurs, ils ne sont point en état de trouver la règle et le précepte de la théorie pour le cas particulier qui s'offre à eux, et commettent par conséquent des méprises, dont ensuite ils cherchent la cause dans la théorie, tandis qu'elle réside uniquement en eux-mêmes, dans l'incapacité de leur jugement. Chez d'autres, ce mépris provient de ce que tant de prétendus théoriciens donnent pour de la théorie leurs rêveries, décorées par eux du titre d'intuitions sublimes, sur lesquelles ils cherchent à modeler la médecine, mais que le praticien, comme on le conçoit sans peine, trouve incapables de soutenir l'épreuve de l'application. Dès que les médecins ne montreront plus de crédulité pour ces prétentions théoriques engendrées dans les ténèbres, qu'ils s'armeront du scepticisme contre elles, qu'ils les examineront du point de vue de la saine raison, qu'ils les regarderont comme autant de fruits d'une imagination déréglée, et qu'ils les repousseront avec mépris, les inutiles efforts de ceux qui les affichent deviendront de plus en plus rares, et la théorie cessera d'être en discrédit. Puisse se réaliser un jour le vœu que Bacon exprimait en ces termes : *Speramus et cupimus futurum ut medici nobiliores animos nonnihil erigant, neque toti sint in curarum sordibus.*

Littérature de la physiologie.

§ 54. Nous ne rapporterons ici que les ouvrages relatifs à la physiologie en général. Ceux qui roulent sur un objet

déterminé ou sur une fonction particulière, seront indiqués en temps et lieu. Nous ne citerons non plus que les meilleures éditions, quand il en a paru plusieurs.

La division la plus commode des traités généraux consiste à les partager en ceux qui traitent de la littérature et de l'histoire de l'anatomie et de la physiologie, ceux qui exposent les méthodes physiologiques, ceux qui sont destinés à servir d'élémens et de manuels, enfin, ceux dont l'objet est varié, comme les Mélanges et Journaux. Cependant nous ferons un choix, et ne citerons que les ouvrages de quelque importance.

1°. *Ouvrages pour servir à la littérature et à l'histoire de la physiologie.*

Au premier rang doivent être placés ici deux recueils précieux, dans lesquels on trouve, non-seulement les titres des traités de physiologie, mais encore des notices sur la vie des auteurs, ainsi que sur leurs vues et doctrines physiologiques. Ce sont :

Alb. de Haller, *Bibliotheca anatomica, qua scripta ad anatomen et physiologiam facientia a rerum initiis recensentur.* Zurich, 1774, 2 vol. in-4°.

A. Portal, *Histoire de l'anatomie et de la chirurgie.* Paris, 1770, 6 vol. in-8°.

La littérature physiologique moderne est rapportée, mêlée avec l'ancienne, dans :

J. Meyer, *Repertorium des gesammten medizinischen Literatur.* Berlin, 1809, 2 vol. in-8°.

C. F. Burdach, *Literatur der Heilwissenschaft.* Gotha, 1810, 2 vol. in-8°.

J. S. Ersch, *Literatur der Medicin des achtzehnten Iahrhunderts bis auf die neueste Zeit.* Nouvelle édition, par F. A. B. Puchelt. Léipzick, 1822, in-8°.

On trouve aussi la littérature générale de la physio-

logie dans l'*Anatomisch-physiologisches Realwærterbuch* de Pierer et Choulant. (T. vi, p. 560.)

Pour connaître les Mémoires sur l'anatomie et la physiologie qui sont disséminés dans les actes des sociétés savantes, il faut consulter :

J. D. Reuss, *Repertorium commentationum a societatibus literariis editarum.* Gœttingue, 1813, in-4°.

Les dissertations roulant sur des points d'anatomie et de physiologie sont indiquées dans le recueil suivant, qui, néanmoins, n'est pas complet, à beaucoup près :

C. L. Schweikhard, *Tentamen catalogi rationalis dissertationum ad anatomiam et physiologiam spectantium.* Tubingue, 1798, in-8°.

2°. *Ouvrages sur les méthodes en physiologie.*

G. R. Treviranus, *De emendenda physiologia commentarius.* Goettingue, 1796, in-8°.

M. de Lenhossek, *Introductio in methodologiam physiologiæ corporis humani.* Vienne, 1810, in-4°.

Lordat, *Conseils sur la manière d'étudier la physiologie.* Montpellier, 1813, in-8°.

F. Nasse, *Ueber den Begriff und die Methode der Physiologie.* Léipsick, 1826, in-8°.

J.-A. Murray, *De observationibus et experimentis apud bruta caute ad corpus humanum applicandis; in Opusculis*, vol. I, p. 229.

3°. *Ouvrages, systèmes, manuels et traités généraux sur la physiologie.*

Hippocrate (né la première année de la 80e Olympiade, 460 ans avant J.-C., et mort en 350.) *De natura hominis*, (Περι φυσιος ανθρωπου) Bâle, 1546, in-4°. Paris, 1548, in-4°. Lyon, 1548, in-12. *Cum commentariis.* Bl. Hollerii, Lyon, 1570, in-12. Bâle, 1762, in-8°.

Il y en a encore beaucoup d'autres éditions, et avec divers commentaires. Cet ouvrage n'est vraisemblablement pas légitime.

J. Segarra, *Commentarii physiologici, complectantes ea, quæ ad partem medicinalem physiologiæ pertinent, ad Hippocratem de natura humana et Galenum de temperamentis.* Valence, 1596, 1603, in-fol.

R. Restaurand, *Magnus Hippocrates Cous redivivus. T. I. Continens physiologiam.* Lyon, 1681, in-12.

Delavaud, Physiologie d'Hippocrate, extraite de ses œuvres. Paris, an 10 (1802), in-8°.

Cl. Galien (né 131 ans avant J.-C., médecin à Rome, mort sous le règne de l'empereur Sévère), *De usu partium corporis humani* (Περι χρειας των εν ανθρωπου σωματι μυριων) *Libri XVII, interprete N. Rhegio.* Paris, 1528, in-fol. *Ed.-Ren. Chartier,* Paris, 1639, 1679, in-fol. vol. IV, n° 31.

Nemesius (évêque d'Emesa, vivait vers 364), *De natura hominis.* Anvers, 1585, in-8°. Oxford, 1671, in-8°.

Ouvrage écrit en grande partie d'après les doctrines de Galien.

J. Fernel (né en 1506, médecin de Henri II, roi de France; mort en 1558), *De naturali parte medicinæ.* Paris, 1538, 1542, in-fol., 1545, in-8°. Venise, 1545, in-8°. Lyon, 1551, in-8°.

P.-A. Theophraste Paracelse (professeur à Bâle, mort à Salzbourg en 1541), *De natura hominis.* Bâle, 1568, in-8°.

Ce livre d'un enthousiaste connu est un alliage d'alchimie, d'astrologie, de mysticisme et de doctrines galéniques.

C. Varoli (né en 1543, professeur à Bologne, médecin du pape Grégoire XIII; mort en 1575), *De resolutione corporis humani.* Francfort, 1591, in-8°.

Ce livre, rédigé d'après les principes des anciens, fut publié par Cortesi, après la mort de l'auteur.

E. Rudius (professeur à Padoue ; mort en 1611), *De usu totius corporis humani.* Venise, 1588, in-4°

J. Montalto (médecin en Sicile), *De homine sano.* Francfort, 1591, in-8°.

J. Brisiani (médecin à Salo), *Physiologia.* Venise, 1596, in-4°.

G. Horst (né en 1578, professeur à Giessen; mort en 1636), *Nobilium exercitationum de humano corpore et anima libri II.* Wittenberg, 1604, 1607, in-8°. Francfort, 1612, in-4°.

Ouvrage écrit dans l'esprit de la scolastique.

Th. Zwinger (né en 1533, professeur à Bâle ; mort en 1588), *Physiologia medica Th. Paracelsi dogmatibus illustrata.* Bâle, 1610, in-8°.

L'auteur était partisan de la chimie.

H. Van Roy (né en 1598, professeur à Utrecht, mort en 1679), *Physiologia sive cognitio sanitatis.* Utrecht, 1646, in-4°. — *Philosophia naturalis.* Amsterdam, 1634, 1661, in-4°.

Roy, appelé en latin *Regius*, appliqua la philosophie à la physiologie.

A. Kyper (professeur à Leyde; mort en 1658), *Anthropologia, corporis humani contentorum, et animæ naturam et virtutes secundum circularem sanguinis motum explicans.* Leyde, 1647, in-12, 1650, in-4°, 1660. Amsterdam, 1665, in-4°.

P.-G. Sachs de Lewenheimb (né en 1627, médecin à Breslau; mort en 1672), *Anthropologia.* Léipsick, 1640, in-4°.

J.-A. Van der Linden (né en 1609, professeur à Franeker et à Leyde, mort en 1664), *Medicina physiologica, nova curataque methodo ex optimis quibusque*

autoribus contracta, et propriis observationibus locupletata. Amsterdam, 1653, in-4°.

L'auteur était très-versé dans la connaissance des anciens médecins.

G. Mœbius (né en 1611, professeur à Jena; mort en 1664), *Fundamenta medicinæ physiologicæ.* Jena, 1661, in-4°.

A. Deusing (né en 1612, professeur à Groningue; mort en 1666), *Œconomia animalis.* Groningue, 1660, in-12.

V.-H. Vogler (né en 1622, professeur à Helmstaedt; mort en 1677), *Institutiones physiologicæ.* Helmstaedt, 1661, in-4°.

R. Descartes (né en 1596, mort en 1650 à Stockholm), *De homine.* Leyde, 1662, in-16, 1764, in-4°. Amsterdam, 1677.

Cet ouvrage, dans lequel l'auteur cherchait à expliquer la vie par des principes mécaniques, fut publié après sa mort par Fl. Schuyl.

Fl. Schuyl (professeur à Leyde), *Physiologia medica.* Leyde, 1665, in-4°.

Partisan de la doctrine de Sylvius.

Nic. Hoboken (né en 1632, professeur à Harderwik), *Cognitio physiologica medica.* Utrecht, 1670, in-4°.

La seconde édition a paru sous le titre de : *Medicina physiologica ex recentiorum principiis exposita.* Utrecht, 1685, in-4°.

B. de Brœckhuysen (professeur à Bois-le-Duc, médecin de Charles II, roi d'Angleterre ; mort en 1686), *Œconomia corporis animalis.* Nimègue, 1672, in-8°. — *Œconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata.* Gouda, 1685, in-8°.

Partisan de Descartes.

G. Bohn (né en 1640, professeur à Léipsick; mort en 1718), *Circulus anatomico-physiologicus seu œcono-*

mia animalis. Léipsick, 1680, in-4°, 1686, 1697, 1710, 1736.

Ce savant combattit les hypothèses alors dominantes de l'école iatrochimique de Sylvius et de la philosophie cartésienne, et prépara les esprits à suivre une meilleure direction dans les études physiologiques.

G.-W. Wedel (né en 1645, professeur à Jéna; mort en 1721), *Physiologia medica.* Jena, 1680, in-4°, 1704. — *Physiologia reformata.* Jena, 1688, in-4°.

Compilateur imbu des principes de l'école chémiatrique.

M. Garcia (professeur à Valence), *Physiologia.* Valence, 1680, in-fol.

Th. Craanen (professeur à Leyde, mort en 1688), *Œconomia animalis ad circulationem sanguinis breviter delineata.* Gouda, 1685, in-8°. Amsterdam, 1705, in-8°. — *Tractatus physico-medicus de homine.* Leyde, 1689, in-4°.

Partisan zélé de Descartes.

G.-F. Ortlob (né en 1661, professeur à Léipsick; mort en 1700), *Historia partium et œconomiæ hominis secundum naturam seu Dissertationes anatomico-pathologicæ.* Léipsick, 1697, in-4°.

C. Vater (né en 1651, professeur à Wittenberg; mort en 1732), *Physiologia experimentalis et demonstrativa.* Wittemberg, 1701, in-4°, 1712.

J.-G. de Berger (né en 1659, professeur à Wittenberg; mort en 1736), *Physiologia humana.* Wittenberg, 1702, Léipsick, 1708, in-4°.

Le savant auteur combat avec force les doctrines de Stahl, et embrasse celles des iatromathématiciens.

J.-M. Hofmann (né en 1653, professeur à Altdorf; mort en 1727), *Idea machinæ humanæ anatomico-physiologica.* Altdorf, 1703, in-4°.

G. Boerhaave (né en 1666, professeur à Leyde; mort en 1738), *Institutiones medicæ.* Leyde, 1708, in-8°. 1713, 1720, 1727, 1734, 1738. Paris, 1737. Venise, 1757. Londres, 1751.

Le premier volume contient la physiologie.

Le savant et ingénieux auteur cherche à éclairer la science de la vie par l'application de la chimie et de la mécanique. Son école domina pendant la première moitié du dix-huitième siècle.

Haller, un de ses disciples, publia, sous le titre suivant, des cahiers écrits à ses cours, avec des commentaires :

G. Boerhaave, *Prælectiones academicæ in proprias institutiones rei medicæ.* Gœttingue, 1739, 4 vol. Turin, 1742. Venise, 1742. Leyde, 1758, in-8°. Traduit en français par Offrai de La Mettrie. Paris, 1747, in-12.

P.-A. Marherr, *Prælectiones in H. Boerhaave institutiones medicas.* Vienne et Léipsick, 1785, 3 vol. in-8°.

G.-E. Stahl (né en 1660, professeur à Halle; mort en 1734), *Theoria medica vera physiologiam et pathologiam sistens.* Halle, 1708, in-4°, 1737. — *Sciagraphia physiologiæ veræ medicæ.* Halle, 1711, in-4°. — *Physiologia medici ad pathologiam, therapiam et praxin clinicam directe conferenda.* Halle, 1705, in-4°.

Stahl avait un grand mépris pour l'anatomie. Il combattit les vues des iatromathématiciens sur la vie, et, quoique très-partisan de la chimie, érigea l'âme en principe de la vie. Ce fut lui qui ouvrit la carrière aux vitalistes.

G.-P. Nenter (professeur à Strasbourg), *Theoria hominis sani s. physiologia medica.* Strasbourg, 1714, in-8°, 1723.

Disciple et partisan de Stahl.

A. Pitcarn (né en 1652, professeur à Leyde, puis à Edimbourg; mort en 1713), *Elementa medicinæ physico-mathematica.* Londres, 1717, in-8°, 1718.

Ce fut un des plus ardens iatromathématiciens.

F. Hoffmann (né en 1660, professeur à Halle; mort en 1742), *Philosophia corporis humani vivi et sani, medicinæ rationalis et systematicæ.* T. I., Halle, 1718, in-4°. Bâle, 1738. Genève, 1748, — *Physiologia.* Halle, 1746, in-8°.

Adversaire de Stahl. Sa doctrine se composait d'un mélange des principes de l'école chémiatrique avec ceux de l'iatromathématique.

E.-E. Cohausen, *De differentia inter Fr. Hoffmanni doctrinam physico-medicam et Stahlii medico-organicam.* Francfort, 1746, in-8°.

G.-F. Teichmeyer (professeur à Jena; mort en 1744), *Elementa anthropologiæ s. theoriæ corporis humani.* Jena, 1718, in-4°, 1739, in-8°.

A.-E. Buchner (né en 1701, professeur à Erford et Halle; mort en 1769), *Fundamenta physiologiæ ex physico-mechanicis principiis deducta.* Halle, 1726, 1746, in-8°.

Disciple et partisan de Hoffmann.

J. Cocke, *Anatomical and mechanical essay of the animal œconomy.* Londres, 1730, in-8°.

J.-F. Schreiber, *Fundamenta medicinæ physico-mathematica.* Léipsick, 1731, in-8°.

Essai tendant à appliquer la philosophie de Wolf à la physiologie.

Bryan-Robinson, *Treatise on the animal œconomy.* 1732, in-8°. Londres, 1738.

Défenseur ardent de l'école iatromathématique.

G.-H. Behr (né en 1708, chirurgien à Strasbourg; mort en 1761), *Physiologia medica.* Strasb., 1736, in-4°.

F. Quesnay (né en 1694, médecin du Roi de France et secrétaire de l'Académie de chirurgie ; mort en 1774), *Essai sur l'économie animale.* Paris, 1726, in-12. — *Essai de physique sur l'économie animale.* Paris, 1747, 3 vol. in-12.

Il a fait beaucoup d'emprunts aux écrits de Boerhaave.

J.-H. Schulze (né en 1687, professeur à Altdorf; mort en 1745), *Physiologia medica usui prælectionum accomodata.* Halle, 1747, in-8°.

Cet ouvrage est rédigé d'après les principes de Boerhaave.

A. de Haller (né à Berne en 1708, professeur à Gœttingue ; mort en 1777), *Primæ lineæ physiologiæ in usum prælectionum academicarum.* Gœttingue, 1747, in-8°, 1751, 1766. — *Ed. quarta emendata et aucta ab* H.-A. Wrisberg. Gœttingue, 1780. Trad. en Français par P. Tarin. Paris, 1752, in-12, et par T. Bordenave. Paris, 1768, in-12. — *Elementa physiologiæ corporis humani.* T. 1-8, Lausanne, 1757-1766, in-4°. Naples, 1763. Venise, 1765. Réimprimé, après révision, sous le titre : *De partium corporis humani fabrica et functionibus.* Berne, 1777, in-8°. Ouvrage demeuré incomplet, à cause de la mort de l'auteur. — *Auctuarium ad A. Halleri elementa physiologiæ excerptum ex nova editione (a C.-G. Eschenbach et C.-G. Greding, ed. cur. J.-G.-F. Franz) et adaptatum veteri.* Francfort et Léipzick, 1780, in-4°.

Haller, armé d'une vaste connaissance des écrits de ses prédécesseurs, s'efforça de soumettre les faits connus sur la vie à l'épreuve de ses propres observations et expériences et de les présenter, en corps de doctrine, dans ses élémens, qui seront toujours un ouvrage classique.

J. Lieutaud (né en 1708, professeur à Aix, mort en 1780), *Elementa physiologiæ juxta solertiora notissimaque physicorum experimenta et accuratiores anatomicorum observationes concinnata*. Amsterdam, 1749, in-8°. Venise, 1766, in-8°.

J.-A. Unzer (né en 1727, professeur à Rinteln; mort en 1799), *Philosophische Betrachtungen ueber den menschlichen Kœrper*. Halle, 1750, in-8°. — *Erste Gründe der Physiologie*. Léipzick, 1771, in-8°.

G. Heuermann (professenr à Copenhague, mort en 1768), *Physiologie*. Copenhague, 1751, 4 vol. in-8°.

Précieux à cause de certaines expériences sur les animaux vivans.

G.-E. Hamberger (né en 1697, professeur à Jena; mort en 1755), *Physiologia medica seu de actionibus corporis humani sani doctrina, mathematicis atque anatomicis principiis superstructa*. Jena, 1751, in-4°. — *Elementa physiologiæ medicæ, post obitum auctoris continuata per J.-F. Kessel*. Jena, 1757, in-8°. — *Denuò edita a C.-G. Mayer*. Jena, 1770, in-8°.

Ardent iatromathématicien, qui eut de vives discussions avec Haller.

C.-G. Ludwig (né en 1709, professeur à Léipzick; mort en 1772), *Institutiones physiologiæ cum introductione in universam medicinam*. Léipzick, 1752, in-8°.

J.-E. Bertier (professeur au Mans), *Physique des corps animés*. Paris, 1755, in-12.

T. Bordenave (né en 1728, professeur à Paris; mort en 1782), *Essai sur la physiologie*. Paris, 1756, 1764, 1787.

C.-N. Jenty (médecin à Londres), *A course of anatomico-physiological lectures on the human structure and animal œconomy*. Londres, 1754, 3 vol. in-8°.

F. Lamure, *Positiones ex physiologia.* Montpellier, 1761, in-8°.

J.-F. Dufieu, *Traité de physiologie.* Lyon, 1762, in-12.

E. Platner (né en 1744, professeur à Léipzick; mort en 1818), *Briefe eines Arztes an seinen Freund ueber den menschlichen Kœrper.* Léipzick, 1772, 2 vol. in-8°. — *Anthropologie fuer Aertze und Weltweise.* Léipzick, 1772, 2 vol. in-8°.

H. Pemberton (mort en 1771), *A course of physiology.* Londres, 1773, in-8°.

Cette physiologie iatromathématique parut après la mort de l'auteur.

P.-J. Barthez (né en 1734, mort en 1806), *Nova doctrina de functionibus corporis humani.* Montpellier, 1774, in-4°. — *Nouveaux élémens de la science de l'homme.* Montpelliet, 1778, in-8°. Paris, 1806, in-8°.

Cet écrivain, plein de sagacité, cherche à expliquer la vie par une force spéciale, la force vitale.

F.-B. Albinus (né en 1715, professeur à Leyde; mort en 1778), *De natura hominis.* Leyde, 1775, in-8°.

Estimable manuel, en style aphoristique, du frère du célèbre B.-S. Albinus.

G. Cullen (né en 1712, professeur à Édimbourg; mort en 1790), *Institutions of medicine P.-I. physiology.* Edimbourg, 1777, in-8°, éd. 3, 1783, in-8°.

J.-D. Metzger (né en 1739, professeur à Kœnigsberg; mort en 1805), *Grundriss der Physiologie.* Kœnigsberg, 1777, 1783, in-8°. — *Die Physiologie in Aphorismen.* Kœnigsberg, 1789, 1795, in-8°.

M.-A.-L. Caldani (né en 1724, professeur à Padoue; mort en 1813), *Institutiones physiologicæ.* Padoue, 1778, in-8°. Léipzick, 1785.

N. Jadelot (né en 1736, professeur à Nancy; mort en 1793), *Physica hominis sani.* Nancy, 1778.

F. Cromadelli (professeur à Rome), *Nova physiologiæ elementa*. Rome, 1779, in-12. — *Denuò ed. Eust. Athanasius*. Halle, 1795, in-8°.

J.-F. Blumenbach (né en 1752, professeur à Gœttingue), *Institutiones physiologicæ*. Gœttingue, 1787, 1798, 1810, 1821, in-8°; trad. en français par Pugnet. Lyon, 1792, in-12.

Attumonelli (professeur à Naples), *Elementi di fisiologia medica*. Naples, 1789, 5 vol. in-8°.

E. Darwin (né en 1731, médecin à Derby; mort en 1802), *Zoonomia, or the laws of organic life*. Londres, 1794, 1796, 3 vol. in-4°; traduit en français par Kluyskens. Gand, 1810, in-8°.

Cet ouvrage est riche en vues originales.

J. Presciani, *Discorsi elementari di anatomia e fisiologia*. Milan, 1794, in-8°.

F. Hildebrandt (né en 1764, professeur à Erlangue; mort en 1816), *Lehrbuch der Physiologie*. Erlangue, 1796, 1798, 1803, 1809, 1817, 1828.

Vitaliste.

G. Prochaska (né en 1749, professeur à Prague et à Vienne; mort en 1820). *Lehrsaetze aus der Physiologie des Menschen*. Vienne, 1797, 1802, 1808, in-8°.

Il regarde la vie comme un phénomène électrique.

J.-F. Ackermann (né en 1765, professeur à Mayence, Jena et Heidelberg; mort en 1815), *Versuch einer physischen Dartellung der Lebenskræfte organisirter Kœrper*. Francfort, 1797, in-8°. Jena, 1805, in-8°.

Iatromathématicien moderne.

J. Tourdes, *Manuel de physiologie*. Metz, 1797, in-8°.

R. Saumarez, *A new system of physiology*. Londres, 1798, 2 vol. in-8°.

E. Peart, *Physiology*. Londres, 1798, in-8°.

Thornton, *Medical extracts on the nature of health*,

and the laws of the nervous and fibrous system. Londres, 1798, 4 vol., éd. 3.

C.-C.-E. Schmid (né en 1761, professeur à Jena, mort en 1813), *Physiologie, philosophisch bearbeitet.* Iena, 1798, 3 vol. in-8°.

Application des principes de la philosophie critique à la physiologie.

F.-L. Kreyssig (né en 1769, professeur à Wittenberg et à Dresde), *Neue Darstellung der physiologischen und pathologischen Grundlehren.* Léipzick, 1798, 2 vol. in-8°.

C.-L. Dumas (né en 1765, mort en 1813), *Principes de physiologie.* Montpellier, 1806. Paris, 1810, 2 vol. in-8°.

Vitaliste.

A. Richerand, *Nouveaux élémens de physiologie.* Paris, (an 9), 1801, 1807, 1810, 1814, 1820, éd. 9, 1825.

J.-H.-F. Autenrieth (né en 1772, professeur à Tubingue), *Handbuch der empirischem menschlichen Physiologie.* Tubingue, 1801, 3 vol. in-8°.

Adonné aux théories chimiques.

C.-H. Pfaff (né en 1774, professeur à Kiel), *Grundriss einer allgemeinem Physiologie und Pathologie des menschlichen Kœrpers.* Copenhague, 1801.

Essai d'une application de la théorie de l'excitement à la physiologie.

G.-R. Treviranus (né en 1776, professeur à Brême), *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur.* Gœttingue, 1802, 6 vol. in-8°.

Ouvrage remarquable, digne du titre qu'il porte.

G. Tommasini, *Lezioni critiche di fisiologia e patologia.* Parme, 1802, 4 vol. in-8°.

J.-J. Doemmling (né en 1771, professeur à Wurtzbourg; mort en 1803), *Lerhbuch der Physiologie des Menschen.* Gœttingue, 1802, in-8°.

Rédigé dans l'esprit de la théorie de l'excitement passant à la philosophie naturelle de Schelling.

J. Goerres (né en 1776), *Aphorismen ueber die Organonomie.* Coblentz, 1803, in-8°. — *Exposition der Physiologie.* Coblentz, 1805, in-8°.

C. Bernoulli, *Versuch einer physischen Anthropologie oder Darstellung des physischen Menschen.* Halle, 1804, 2 vol. in-8°.

I. Doellinger (né en 1770, professeur à Munich), *Grundriss der Naturlehre des menschlichen Organismus.* Bamberg et Wurtzbourg, 1805, in-8°.

F.-E. Foderé (né en 1764), *Essai de physiologie positive appliquée spécialement à la médecine pratique.* Avignon et Paris, 1806, in-8°.

J.-C.-A. Heinroth (né en 1773, professeur à Léipzick), *grundzueg eder Naturlehre des menschlichen Organismus.* Léipzick, 1807, in-8°.

P.-F. Walther (né en 1780, professeur à Bonn), *Physiologie des Menschen.* Landshut, 1807, 2 vol. in-8°.

G. Azzoguidi (né en 1741, professeur à Bologne; mort en 1814), *Compendio de' discorsi che si tengono della catedra di fisiologia e di notomia comparata.* Bologne, 1808, in-8°.

E. Gallini (professeur à Padoue), *Nuovi elementi della fisica del corpo umano.* Padoue, 1808, 1820, 2 vol. in-8°.

Les phénomènes de la vie ne sont que des effets des forces générales de la nature.

E. Bartels (professeur à Marbourg), *Systematischer Entwurf einer allgemeinen Biologie.* Francfort, 1808, in-8°. — *Physiologie der menschlichen Lebensthaetigkeit.* Freiberg, 1809, in-8°.

F.-L. Augustin, *Lerhbuch der Physiologie des Menschen.* Berlin, 1809, in-8°.

C. Sprengel (né en 1766, professeur à Halle), *Insti-*

tutiones physiologicæ. Amsterdam, 1809, 2 vol. in-8°.

C.-F. Burdach (né en 1776, professeur à Kœnigsberg), *Physiologie*. Léipzick, 1810, in-8°. — *Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft*. Léipzick, 1826-1828, 2 vol. in-8°.

J. Jacopi, *Elementi di fisiologia e notomia comparativa*. Naples, 1810, 3 vol. in-8°.

B. Mojon (professeur à Gênes), *Leggi fisiologiche*. Gênes, 1810, in-8°.

F. Gruithuisen. *Anthropologie*. Munich, 1810, in-8°. — *Organozoonomie*. Munich, 1811, in-8°.

C.-G. Naumann, *Von der Natur des Menschen*. Berlin, 1815, 2 vol. in-8°.

J.-B. Wilbrand (né en 1781, professeur à Giessen), *Physiologie des menschen*. Giessen, 1815, in-8°.

M.-A. Lenhossek (professeur à Vienne), *Physiologia medicinalis*. Pesth, 1816, 5 vol. in-8°. — *Institutiones physiologicæ organismi humani, usui academico accommodatæ*. Vienne, 1822, 2 vol. in-8°.

F. Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*. Paris, 1816, 2 vol. in-8°; 2e édition, 1825.

A. Ypey (professeur à Leyde, mort en 1820), *Principia anatomico-physiologica*. Leyde, 1817, in-8°.

J. Gordon, *Outlines of lectures on the physiology*. Edimbourg, 1817, in-8°.

A.-F. Hempel (professeur à Gœttingue), *Einleitung in die Physiologie des menschlichen Kœrpers*. Gœttingue, 1818, 1828, in-8°.

J.-C.-M.-G. de Grimaud (né en 1750, mort en 1789), *Cours complet de physiologie*, œuvre posthume. Paris, 1818, 2 vol. in-8°.

A. Rolando (professeur à Turin), *Anatome physiologica*. Turin, 1819, in-8°.

G. Nicoll, *Sketches of the economy of man.* Londres, 1820, in-8°.

L. Martini (professeur à Turin), *Elementa physiologiæ.* Turin, 1821, in-8°. — Editio altera, 1828, 2 vol. in-8°. — *Lezioni di fisiologia.* Turin, 1826-1828, 6 vol. in-8°.

C.-A. Rudolphi (professeur à Berlin), *Grundiss der Physiologie.* Berlin, 1821, 2 vol. in-8°.

J. Hood, *Analytic physiology.* Liverpool, 1822, in-8°.

N.-P. Adelon, *Physiologie de l'homme.* Paris, 1823, 4 vol. in-8°.

J. Bostock, *An elementary system of physiology.* Londres, 1824, 3 vol. in-8°.

H. Mayo (professeur à Londres), *Outlines of human physiology.* Londres, 1827, in-8°.

Bakker (professeur à Groningue), *De natura hominis.* Groningue, 1827, 2 vol. in-8°.

I. Bourdon, *Principes de physiologie médicale.* Paris, 1828, 2 vol. in-8°.

4°. *Mélanges d'anatomie et de physiologie.*

G. Charleton (né en 1619, médecin à Londres; mort en 1707), *Exercitationes physico-anatomicæ, sive œconomia animalis, novis in medicina hypothesibus superstructa et mechanice explicata.* Amsterdam, 1659, in-12.

Il est traité, dans cet écrit, de la nutrition, de la formation du chyle, de celle du sang, de la circulation du sang, de la respiration, des vaisseaux lymphatiques et du mouvement musculaire. L'auteur adoptait les opinions de l'école iatromathématique. Il fut l'un des premiers défenseurs de la doctrine d'Harvey.

J. Mayow (né en 1645, médecin à Oxford; mort en 1679), *Tractatus quinque medico-physici*. Oxford, 1669, 1674, in-8°. Aussi sous le titre de *Opera omnia medico-physica*. La Haye, 1681.

On y trouve des Mémoires sur la respiration, le mouvement musculaire, le suc gastrique, la rate. L'auteur émet des opinions analogues à celles qui, un siècle plus tard, furent énoncées et prouvées par l'école de la chimie antiphlogistique.

C. Drelincourt (professeur à Leyde, maître de Boerhaave; mort en 1697), *Experimenta anatomica ex vivorum sectionibus petita edita per E.-G. Heyseum*. Leyde, 1682, in-12.

Cet ouvrage contient des observations précieuses sur les manifestations de la vie dans diverses parties.

A. van der Heiden (médecin à Amsterdam), *Experimenta circa sanguinis missionem, fibras motrices, urticam marinam*, etc. Amsterdam, 1686, in-8°.

On y trouve des observations sur le mouvement du sang dans les vaisseaux des grenouilles et des recherches sur les fibres musculaires.

M. Malpighi (né en 1628, professeur à Bologne, médecin du pape Innocent XII; mort en 1694), *Opera omnia*. Londres, 1686, 2 vol. in-fol. Leyde, 1687, in-4°. — *Opera posthuma*. Leyde, 1698, in-4°. Venise, 1698, in-fol.

Ces ouvrages de Malpighi contiennent des recherches précieuses sur la structure du cerveau, de la langue, du foie, de la rate, des poumons, des reins, des glandes et des membranes; puis d'excellentes observations sur le développement du poulet dans l'œuf, etc.

L. Bellini (né en 1643, professeur à Pise; mort en 1703), *Opera omnia*. Venise, 1703, 1720, in-4°.

On y trouve des Mémoires sur la structure de la

langue et des reins, sur les mouvemens du cœur, le cours de la bile, la respiration, l'urine, etc.

A. PITCARN, *Opera omnia.* La Haye, 1722, 2 vol. in-4°.

Ces ouvrages contiennent des Mémoires sur la circulation du sang, la sécrétion, la digestion, le flux menstruel, les tempéramens, etc.

C. PERRAULT (né en 1613, membre de l'Académie des sciences et architecte de Louis XIV; mort en 1688), *Essais de physique.* Paris, 1680, 4 vol. in-4°. — *Œuvres de physique et de mécanique.* Amsterdam, 1727, in-4°.

On y trouve un grand nombre de bonnes observations sur le son et l'organe auditif, la voix, le mouvement animal, le mouvement péristaltique, les organes digestifs, etc.

A. DE LEEUWENHOEK (né en 1632, mort en 1723), *Opera omnia seu Arcana naturæ ope microscopiorum detecta.* Leyde, 1685, 1702, 1722, in-4°.

Beaucoup de recherches microscopiques sur les parties liquides et solides de l'homme et des animaux.

J. KEIL (né en 1673, il vécut à Oxford et à Cambridge, puis fut médecin à Northampton; mort en 1719), *Tentamina medico-physica.* Londres, 1718, in-8°. Leyde, 1730, in-4°.

Keil était iatromathématicien. Il a écrit sur la quantité du sang, la circulation, la sécrétion, la transpiration cutanée et le mouvement musculaire.

J.-B. MORGAGNI (né en 1682, professeur à Bologne et à Padoue; mort en 1771), *Adversaria anatomica VI.* Bologne, 1706-1719. Padoue, 1719, in-4°. — *Epistolæ anatomicæ novas observationes et animadversiones complectentes II.* Leyde, 1728, in-4°. Venise, 1762. Padoue, 1764, in-fol. On y trouve des réfutations d'autres anatomistes et physiologistes, ainsi que

de précieuses remarques de l'auteur même. — *De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis.* Venise, 1761, in-fol., 2 vol. Paris, 1765, in-fol. Cet ouvrage remarquable est de la plus grande importance aussi pour la physiologie.

C. Wintringham, *An experimental inquiry on some parts of the animal structure.* Londres, 1740, in-4°.

Cet ouvrage contient des recherches sur la structure et la cohérence des vaisseaux sanguins : on y trouve aussi des calculs sur la densité des humeurs de l'œil et des remarques sur la vision.

B.-S. Albinus (né en 1697, professeur à Leyde ; mort en 1770), *Academicarum annotationum libri octo.* Leyde, 1756, in-4°.

On y trouve beaucoup de faits très-précieux pour l'anatomie et la physiologie.

A. de Haller, *Mémoires sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal.* Lauzanne, 1756, 4 vol. in-12. Extrêmement important à cause des expériences nombreuses et qui font époque.—*Opera minora.* Lausanne, 1762, 3 vol. in-4. Collection de Mémoires, programmes et traités épars.

J.-G. Rœderer (né en 1725, professeur à Gœttingue ; mort en 1763), *Opuscula medica.* Gœttingue, 1763, in-8°.

G. van Dœveren (professeur à Groningue et Leyde, mort en 1783), *Specimen observationum academicarum ad monstrorum historiam, anatomen, pathologiam et artem obstetriciam præcipue spectantium.* Groningue et Leyde, 1765, in-4°.

J. Stedman, *Physiological essays and observations.* Édimbourg, 1769.

On y trouve quelques Mémoires sur la division du pouls, la menstruation, etc.

F. Fontana (né en 1730, professeur à Pise ; mort

en 1805), *Ricerche filosofiche sopra la fisica animale.* Florence, 1775, in-4°. — *Opuscoli scientifici.* Florence, 1783, in-8°. — *Traité sur le venin de la vipère, sur les poisons américains, sur le laurier-cerise et sur quelques autres poisons végétaux : on y a joint des observations sur la structure primitive du corps animal, différentes expériences sur la reproduction des nerfs et la description d'un nouveau canal de l'œil.* Florence, 1785, 2 vol. in-4°.

J.-D. Metzger, *Adversaria medica.* Francfort, 1774, 2 vol. in-8°. — *Opuscula anatomica et physiologica.* Gotha et Amsterdam, 1790, in-8°. — *Exercitationes academicæ argumenti aut anatomici aut physiologici.* Kœnigsberg, 1792, in-8°. — *Annotationes argumenti physiologici.* Kœnigsberg, 1792.

L. Spallanzani (né en 1729, professeur à Pavie; mort en 1799), *Opuscoli di fisica animale e vegetabile.* Modène, 1776, 2 vol. in-8°; trad. par Senebier. Paris, 1787, in-8°.

On y trouve des Mémoires extrêmement précieux sur divers objets de la physiologie. Spallanzani est incontestablement un physiologiste du premier ordre. Il s'est acquis une gloire durable par ses excellentes recherches et expériences sur la digestion, la circulation du sang, la génération et la respiration. Sa méthode d'observer doit être considérée comme un chef-d'œuvre d'application de la logique.

E. Sandifort (professeur à Leyde), *Observationes anatomico-pathologicæ.* Leyde, 1777, 3 vol. in-4°. — *Opuscula anatomica.* Leyde, 1784, in-4°.

Riche en faits relatifs à l'anatomie et à la physiologie.

L.-M.-A. Caldani (professeur à Padoue; mort en 1813), *Commentationes academicæ præsertim anatomiam spectantes.* Gœttingue et Léipzick, 1779, in-8°.

G. Prochaska, *Adnotationes academicæ.* Prague,

1780, 3 vol. in-8°. — *Opera minora.* Vienne, 1800, 2 vol. in-8°.

Ces ouvrages contiennent des recherches sur la structure et les manifestations de vie des muscles et des nerfs, sur la circulation du sang, etc.

P. Camper (né en 1722, professeur à Franeker, Amsterdam et Groningue; mort en 1789), *Kleine Schriften.* Léipzick, 1782, 3 vol. in-8°.

On y trouve d'excellens Mémoires.

J. Rezia, *Specimen observationum academicanum et pathologicarum.* Pavie, 1784, in-8°.

G. Hewson (né en 1739, médecin à Londres; mort en 1774), *Opus posthumum, sive rubrarum sanguinis particularum, et fabricæ ususque glandularum lymphaticarum, thymi et lienis.* Leyde, 1785, in-8°.

A. Scarpa (né en 1750, professeur à Pavie), *Annotationum libri duo.* Pavie, 1785, in-4°.

On y trouve d'excellens Mémoires sur la structure et les fonctions des ganglions nerveux, les nerfs du nez, etc.

J.-P. Blumenbach, *Specimen physiologiæ comparatæ inter animantia calidi et frigidi sanguinis.* Gœttingue, 1787, in-4°. — *Specimen physiologiæ comparatæ inter animalia calidi sanguinis vivipara et ovipara.* Gœttingue, 1789, in-4°.

Ouvrage très-précieux.

M. Rosa (professeur à Pavie), *Lettere filosofiche.* Naples, 1788, 2 vol. in-8°.

C.-F. Ludwig (né en 1721, professeur à Léipzick), *Exercitationes academicæ.* Léipzick, 1790, in-8°.

B.-N.-G. Schreger (né en 1766, professeur à Erlangue; mort en 1824), *Fragmenta anatomica et physiologica.* Leipzick, 1791, in-4°.

J. Hunter (né en 1728, médecin à Londres; mort

en 1793), *Observations on certain parts of the animal œconomy.* Londres, 1788, 1792, in-4°.

Livre contenant des recherches et des observations fort originales.

E. Platner, *Quæstionum physiologicarum libri duo.* Léipzick, 1794, in-8°.

S.-J. Brugmanns (né en 1763, professeur à Leyde; mort en 1819), *Quæstiones medici argumenti.* Leyde, 1796, in-8°.

F.-A. Walter (né en 1764), *Annotationes academicæ.* Berlin, 1796, in-4°.

T.-G.-A. Roose (né en 1771, professeur à Bronswick; mort en 1803), *Physiologische Untersuchungen.* Bronswick, 1796, 1818. — *Anthropologische Briefe.* Léipzick, 1803, in-8°.

F.-A. de Humboldt (né en 1769), *Versuche ueber die gereizte Muskel-und Nervenfaser, nebst Vermuthungen ueber den chemischen Process des Lebens in der Thier- und Pflanzen-Welt.* Posen et Berlin, 1797, 2 vol. in-8°.

G.-R. Treviranus, *Physiologische Fragmente.* Hanovre, 1797, 2 vol. in-8°.

G.-R. et L.-C. Treviranus, *Vermischte Schriften, anatomischen und physiologischen Inhalts.* Gœttingue, 1816, 4 vol. in-8°.

Ouvrage très-riche de faits.

H.-A. Wrisberg, *Commentationes medici, physiologici, anatomici et obstetricii argumenti.* Gœttingue, 1800, in-8°.

X. Bichat (né en 1771, mort en 1802), *Recherches sur la vie et la mort.* Paris, 1800, in-8°.—Nouvelle édition avec notes de M. Magendie. Paris, 1822, in-8°.

J.-A. Albers (né en 1774, médecin à Brême; mort en 1821), *Beitraege zur Anatomie und Physiologie der Thiere.* Brême, 1802, in-4°.

C.-A. Rudolphi, *Anatomisch-physiologische Abhandlungen.* Berlin, 1802, in-8°. — *Bemerkungen aus dem Gebiete der Naturgeschichte, Medicin und Thierarzneikunde.* Berlin, 1804, 2 vol. in-8°. — *Beitraege zur Anthropologie und allgemeinen Naturgeschichte.* Berlin, 1812, in-8°.

F. Caldani, *Opuscula anatomica.* Padoue, 1803, in-4°.

J.-P.-V. Troxler, *Versuche in der organischen Physik.* Jena, 1804, in-8°.

F. Vicq-d'Azyr (né en 1748, mort en 1794), *Œuvres.* Paris, 1815, 6 vol. in-8°.

G.-A. Stuetz (né en 1772, mort en 1806), *Schriften physiologischen und medicinischen Inhalts.* Berlin, 1805, in-8°.

J. Munnicks, *Observationes variæ.* Groningue, 1805, in-4°.

L. Oken et L.-G. Kieser, *Beitraege zur vergleichenden Zoologie, Anatomie und Physiologie.* Bamberg et Wurzbourg, 1806, in-4°.

J.-F. Meckel (né en 1781, professeur à Halle), *Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie und Physiologie.* Halle, 1806, in-8°. — *Beitraege zur vergleichenden Anatomie.* Léipzick, 1806, 2 vol. in-8°.

E. Gallini, *Nuovo saggio d'osservazioni fisiologiche.* Padoue, 1807, in-8°.

P.-H. Nysten, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique.* Paris, 1811.

Legallois, *Expériences sur le principe de la vie, notamment sur celui des mouvemens du cœur et sur le siége de ce principe.* Paris, 1812, in-8°.

F.-L. Gruithuisen, *Beytraege zur Physiognosie und Eautognosie.* Munich, 1812, in-8°.

Coutanceau, *Révision des nouvelles doctrines chimico-physiologiques*. Paris, 1814, in-8°.

S.-F. Burdach, *Anatomische Untersuchungen bezogen auf Naturwissenschaft und Heilkunst*. Léipzick, 1814, in-4°.

J.-F. Ackermann, *Sammlung seiner wichtigsten kleinen Schriften*. Spire, 1816, in-8°.

A.-G. Otto (professeur à Breslau), *Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie*. Breslau, 1816, 1824, in-4°.

J.-C. Reil (né en 1759, professeur à Halle et à Berlin; mort en 1813), *Kleine Schriften*. Halle, 1817, in-8°.

G. Wedemeyer, *Physiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem und die Respiration und deren Einfluss auf den menschlichen Organismus*. Hanovre, 1818, in-8°.

F. Nasse (professeur à Halle et à Bonn), *Untersuchungen zur Lebens-Naturlehre und zur Heilkunde*. Halle, 1818, in-8°.

Lallemand, *Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de physiologie*. Paris, 1818, in-8°.

T. de Bordeu (né en 1722, mort en 1776), *Œuvres complètes*, Ed. Richerand. Paris, 1818, in-8°.

B.-A. Greve, *Bruchstücke zur vergleichenden Anatomie und Physiologie*. Oldenbourg, 1818, in-8°.

G.-M. de Felici, *Osservazioni fisiologiche sopra le funzioni della milza, della vena porta, del fegato e dei polmoni*. Milan, 1818, in-8°.

A.-P. Wilson-Philip, *An experimental inquiry into the laws of the vital functions, with some observations on the nature and treatment of internal diseases*. Londres, 1818, in-8°.

F. Tiedemann et L. Gmelin, *Expériences sur les voies par lesquelles des substances passent de l'estomac et du canal intestinal dans le sang, sur les fonctions de la rate et les*

voies secrètes de l'urine; trad. par Heller. Paris, 1821, in-8°.—*Recherches expérimentales chimiques et physiologiques sur la digestion;* trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1826, 2 vol. in-8°.

J. Carson, *Physiological and practical essays.* Liverpool, 1822, in-8°.

Ouvrage contenant des Mémoires sur l'élasticité des poumons et sur la vacuité des artères après la mort.

Gerdy, *Recherches, discussions et propositions d'anatomie, de physiologie et de pathologie.* Paris, 1823, in-4°.

On y trouve des Mémoires sur la langue, le cœur, la circulation du sang et la voix.

Fr. Rosenthal (né en 1779, professeur à Gripswald), *Abhandlungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Pathologie.* Berlin, 1824, in-8°.

P.-V. Lund, *Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit.* Copenhague, 1825, in-8°.

5°. *Ouvrages périodiques sur la physiologie.*

J.-C. Reil, *Archiv fuer die Physiologie.* Halle, 1796, 12 vol. in-8°.

J.-F. Meckel, *Deutsches Archiv fuer die Physiologie.* Halle et Berlin, 1815, 8 vol. in-8°. — *Archiv fuer Anatomie und Physiologie.* Léipzick, 1826, 2 vol. in-8°.

Magendie, *Journal de physiologie expérimentale.* Paris, 1821-1828, 8 vol. in-8°.

L. Tiedemann, G.-R. et L.-C. Treviranus, *Zeitschrift fuer Physiologie, oder Untersuchungen ueber die Natur des Menschen, der Thiere und der Pflanzen.* Heidelberg et Darmstadt, 1825, 3 vol. in-4°.

C.-F. Heusinger, *Zeitschrift fuer die organische Physik.* Eisenach, 1827, in-8°.

LIVRE PREMIER.

Comparaison des corps vivans avec les corps sans vie (1).

§ 1. Les objets susceptibles de frapper nos sens, dont la réunion et l'action réciproque représentent la nature (2),

(1) G.-E. Stahl, *de organismi et mechanismi diversitate*, Halle, 1706, in-4. — R. Bradley, *Philosophical account of the works of the nature*; Londres, 1721, in-4. — Buffon, *Comparaison des animaux, des végétaux et des minéraux*, dans *Histoire naturelle*; Paris, 1749, in-4, t. II, p. 1. — Ch. Bonnet, *Considérations sur les corps organisés*; Amsterdam, 1762, 2 vol. in-8. — J.-B. Robinet, *Considérations philosophiques sur la gradation naturelle des formes de l'être*; Amsterdam, 1768, in-8. — Vicq d'Azyr, *Exposition des caractères qui distinguent les corps vivans*; dans *Discours sur l'Anatomie*; OEuvres tom. IV, p. 229. — Delaméthérie, *Considérations sur les êtres organisés*; Paris, an xiii, in-8. — A. Sniadezki, *Theorie der organischen Wesen*; Nuremberg, 1821, in-8. — C.-G. Carus, *Von den Naturreichen, ihrem Leben und ihrer Verwandtschaft*; dans *Zeitschrift fuer Natur-und Heilkunde*, publiée par les professeurs de l'Académie chirurgico-médicale de Dresde, tom. I, p. 1.

(2) Le mot de *nature* est employé dans diverses acceptions. D'abord on désigne ainsi les qualités qui appartiennent aux corps, par opposition avec celles que l'art leur a fait acquérir. On entend aussi par *nature d'une chose*, que ses qualités et ses changemens d'état sont déterminés par des lois. Le mot de *nature* indique encore l'ensemble de tous les objets susceptibles de tomber sous les sens, ou l'univers, comme la somme de toutes les choses particulières. Telle que les sens la saisissent, la nature nous paraît un chaos de corps et de phénomènes d'une infinie variété. Nous désignons également sous ce nom l'ensemble des perceptions par les sens, en tant qu'on y voit régner l'unité, l'harmonie et la réciprocité d'action, et que les qualités et mutations des choses et de leurs phénomènes sont nécessairement déterminées par les lois, et tiennent les unes aux autres par les liens d'une mutuelle causalité. Cette connaissance est l'œuvre de l'esprit, qui classe des phénomènes de l'univers, cherche leurs rapports de causalité, et découvre la dépendance dans laquelle ils sont tous les uns des au-

sont de grosses masses, concentrées en elles-mêmes, et roulant dans l'espace de l'univers, les corps célestes, ou seulement des parties, des fragmens d'un de ces astres,

tres. Enfin on désigne par le mot de *nature* la cause première ou suprême de toutes les choses et de tous les phénomènes de l'univers, celle de laquelle tout émane, et par laquelle tout est. L'idée d'une cause suprême dans l'univers est l'œuvre de la raison, qui voit que tout dans la nature obéit à des lois éternelles et immuables, qu'elle reconnaît être conformes à la raison. L'unité et l'harmonie qui règnent dans l'univers, la tendance vers un but unique, que la raison y découvre dans les corps innombrables qui le composent, et dont l'homme n'apprend à bien connaître que quelques fragmens, prouvent qu'il ne peut y avoir qu'une seule cause première. La raison, qui est contrainte par elle-même de reconnaître dans la nature un tout complet, à la fois cause et effet de lui-même, se représente ce qui joue le rôle de conservateur, de créateur, dans l'univers, comme l'absolu, comme l'âme du monde, comme Dieu.

La raison génératrice de l'idée de Dieu a beaucoup de tendance à se déifier elle-même, et à s'assimiler à la raison qui règne dans l'univers. Mais il nous semble que la raison, même celle du plus profond métaphysicien, est à peine à celle de Dieu comme le ver luisant à la clarté du soleil.

Quoique la raison conduise le naturaliste à admettre une unité dominante dans la nature, et que ses efforts aient pour but de rapporter nos connaissances sur la nature et les phénomènes qu'on y aperçoit à un principe premier et suprême, dont elle se sert pour les expliquer; cependant toutes les tentatives que la métaphysique a faites jusqu'à présent, afin de donner une connaissance complète de la nature par des idées purement rationnelles, ont échoué. Pour saisir parfaitement la nature des phénomènes et ses causes, ainsi que l'unité qui y domine, il faudrait pouvoir la contempler avec l'œil de la toute-science, dans ses premiers principes et ses forces primitives; alors nous aurions une science de l'univers, une cosmologie, dans laquelle les phénomènes particuliers se déduiraient d'une idée rationnelle suprême, en les embrassant tous. Mais comme notre faculté de sentir et d'apercevoir est bornée, le naturaliste prudent voit qu'il ne peut prendre un vol si hardi, et il est forcé de marcher en donnant la main à l'expérience, pour remonter dans l'échelle des faits aussi loin que celle-ci peut le soutenir. Il abandonne donc la solution de ce problème au métaphysicien, et ne s'occupe qu'à établir une science expérimentale sur la nature et ses règnes. Les observations et les expériences lui fournissent les matériaux qu'il élabore par l'activité de son esprit, pour lesquels il cherche des principes, et de l'ensemble desquels il forme une science à la fois empirique et rationnelle.

comme les corps qui composent notre planète. Nous reconnaissons l'existence des premiers à un effet qui en part, frappe nos yeux, et porte le nom de lumière. Celle des autres nous est dévoilée par deux de leurs propriétés les plus générales; l'étendue et l'impénétrabilité. Si nous partageons ces derniers d'après leurs qualités matérielles, leurs manifestations de force et les changemens qu'ils présentent dans le temps et dans l'espace, nous les voyons se ranger en deux grands groupes, bien limités, les corps inorganiques ou sans vie, et les corps organisés ou vivans. Les premiers sont les minéraux, les liquides et les gaz (1); les autres sont les plantes et les animaux (2).

(1) La physique n'a point encore résolu la question de savoir si les substances impondérables, la lumière, la chaleur, l'électricité et le magnétisme, sont des matières très-subtiles, douées d'une existence à part, ou seulement des manifestations d'activité de matières pondérables. Peut-être ces substances sont-elles, ainsi que le pensent quelques physiciens, de simples phénomènes que les matières pondérables produisent dans certaines circonstances, comme le son.

(2) Bonnet lui-même, le plus ardent défenseur d'une échelle naturelle des corps, admet une pareille différence, puisqu'il dit (*loc. cit.*, ch. 12, § 209) que, « si le polype nous montre le passage du végétal à « l'animal, d'un autre côté nous ne découvrons pas celui du minéral « au végétal. Ici la nature nous semble faire un saut; la gradation est « pour nous interrompue, car l'organisation apparente de quelques « pierres et des cristallisations ne répond que très-imparfaitement à « celle des plantes. » Cependant quelques naturalistes ont rejeté toute idée d'une différence entre les corps organiques et inorganiques. Tel est, entre autres, Robinet, dans l'ouvrage que j'ai cité, et dans le tome IV de son *Traité de la nature*. A.-F. Schweigger (*Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere*; Léipsick, 1820, pag. 26) admet aussi une transition des corps inorganiques aux corps organiques. Il pense que le règne animal passe au règne inorganique par les lithophytes et les nullipores, et regarde la chaux comme un des anneaux de la chaîne qui unit ces deux règnes. Mais on peut objecter contre cette hypothèse que la chaux qu'on trouve dans les lithophytes est toujours pénétrée d'une matière organique, d'une masse gélatiniforme, et que la réunion de ses molécules d'où résulte une branche de corail est produite par des polypes.

§ 2. Les corps organiques, partagés en deux grandes coupes, le règne végétal et le règne animal, ne se touchent pas à leurs limites de telle sorte que les plantes les plus compliquées dans leur structure confinent aux animaux les plus simples, et forment le passage d'un règne à l'autre, comme l'ont admis quelques naturalistes, Buffon (1), Bonnet, Sulzer et autres. Bien au contraire, les végétaux les plus simples, les cryptogames, particulièrement les algues, les conferves, les ulves, les tremelles, etc., et les animaux les plus simples, les zoophytes, infusoires et polypes, sont les plus voisins de tous, suivant la remarque de Linné et d'autres naturalistes. Les deux règnes se rapprochent tellement l'un et l'autre dans leurs formes les plus simples, qu'il en est quelques-unes, parmi ces dernières, à l'égard desquelles on ne peut point, du moins jusqu'à présent, déterminer avec précision si ce sont des plantes ou des animaux. Ainsi les naturalistes disputent encore sur la nature des éponges (2), des corallines (3), des oscillatoires (4), etc. On serait même presque tenté de croire

(1) *Hist. nat.*, tom. II, pag. 8. « L'examen nous conduit à reconnaître qu'il n'y a aucune différence absolument essentielle et générale entre les animaux et les végétaux; mais la nature descend par degrés et par nuances imperceptibles d'un animal qui nous paraît le plus parfait à celui qui l'est le moins, et de celui-ci au végétal. Le polype d'eau douce sera, si l'on veut, le dernier des animaux et la première des plantes. »

(2) Les éponges ont été rangées au nombre des animaux par Belon, Imperati, Nuremberg, Peyssonel, Tremblay, Ellis, Solander, Linné, Bruguière, Lamarck, Bosc, Lamouroux, Cuvier, Schweigger, Grant, etc., tandis que Bauhin, Ray, Tournefort, Morrison, Seba, Forskael, Targioni-Tozzetti, Spallanzani, Gray et autres, les regardent comme des plantes.

(3) Du genre *corallina* de Linné se rapprochent beaucoup les pennatules, de même que les halymèdes, les galaxaures, les lyagores de Lamouroux, et les flabellaires et polyphyses de Lamarck.

(4) Girod de Chantran (*Recherches chimiques et microscopiques sur les conferves, bysses, tremelles*; Paris, 1802) regarde les conferves, les

que, dans certaines circonstances, les formes végétales et animales les plus simples peuvent passer de l'une à l'autre. Des conferves se résolvent en infusoires, et des infusoires produisent des conferves en se réunissant (1).

bysses et les tremelles comme des polypes, tandis que d'autres naturalistes les classent parmi les plantes. Suivant G.-R. Treviranus (*Vermischte Schriften*, tom. I, pag. 165), les conferves oscillatoires, par exemple les *conferva limosa, muralis* et autres, qui avoisinent tant les zoophytes par leur forme et leurs mouvemens, leur couleur verte et leur propriété d'exhaler du gaz oxigène au soleil, mais qui sont tout-à-fait de nature végétale, se rapprochent aussi bien des zoophytes que des plantes en raison de leur propagation par scission, drageons, bourgeons et séminules. Bory de Saint-Vincent (*Essai monographique sur les oscillaires;* Paris, 1827) les a récemment érigées, sous le nom de *psychodiaires,* en un règne à part de corps vivans. Le nostoch de Vaucher et les diatomes de Fries sont du nombre des corps organiques dont la nature est encore douteuse.

(1) Ainsi Ingenhouss (*Miscellanea physico-medica Ed. Scherer,* Vienne, 1795) prétend avoir observé que la matière verte de Priestley se formait par une réunion d'infusoires, et se résolvait de même en infusoires. Cette observation a été confirmée par les remarques de G.-R. Treviranus. (*Biologie,* tom. II, pag. 338, 344, 350) et de Trentepohl (*Roth's botanische Bemerkungen;* Léipzick, 1807, pag. 180.) Girod de Chantran a vu aussi des conferves et des ulves se former par des agrégations d'infusoires et se résoudre en infusoires. Bory de Saint-Vincent a démontré en outre que beaucoup de conferves se dissolvent pendant l'été, et que les globules apercevables dans leur intérieur deviennent des animalcules infusoires, qui peuvent se réunir en de nouvelles conferves. Une observation semblable a été faite par Gaillon sur une espèce de conferve marine qui appartient au genre *ceramion* de Decandolle, et que Dellwyn a décrite sous le nom de *conferva comoïdes.* Les filamens de cette conferve se résolvent en infusoires qui ressemblent aux enchélides, cyclidies et autres animalcules infusoires de Muller. Dernièrement aussi Edwards a observé, dans ses recherches sur des infusoires, qu'ils peuvent se réunir pour produire des formes végétales, et se séparer ensuite de nouveau. Turpin lui a fait des objections, mais qui ne réfutent point les observations précédentes. Les mouvemens de certains infusoires se font avec beaucoup de lenteur, et ces corps se placent à la suite les uns des autres, en forme de végétal, en forme de conferve. Ceci conduit presqu'à une différence entre les infusoires animaux, ou les commencemens de formations animales, et les infusoires végétaux, ou commencemens de formations végétales. Les animalcules infusoires

§ 3. La grande analogie qui existe entre les animaux les plus simples ou les plus inférieurs et les plantes, analogie qu'Aristote connaissait déjà (1), a porté plusieurs naturalistes, Buffon, Bonnet (2), Pallas (3), Darwin (4), Smellie (5), Mirbel (6) et autres, à ne point admettre de différence essentielle entre les animaux et les plantes. G.-R. Treviranus, en conséquence de cette idée, a considéré les cryptogames et les zoophytes comme un règne intermédiaire entre le végétal et l'animal. Quoique quelques-unes des formes les plus simples des corps vivans se ressemblent tellement qu'il nous est actuellement impossible de trouver dans leur structure et leurs manifestations de vie des caractères suffisans pour décider s'ils sont plantes ou animaux, ce n'est cependant point là un motif qui nous autorise à soutenir qu'il n'y a point de différence entre ces deux règnes en général. Effectivement, plus nous nous élevons des formes simples aux formes composées des plantes et des animaux, plus nous apercevons de distinctions prononcées dans la structure et les manifestations de la vie. A partir des cryptogames et des zoophytes, le règne végétal et le

paraissent quelquefois être si voisins les uns des autres, qu'on ne peut point établir sûrement de distinction générique entre eux. Nitzsch a signalé ce phénomène à l'attention des naturalistes (*Beitraege zur Infusorienkunde oder Naturgeschichte der Zerkárien und Bacillarien*; Halle, 1817.) Suivant lui, les *bacillaria pectinalis*, *viridis* et autres espèces qu'il a décrites, se comportent absolument comme des plantes, quoiqu'on ne puisse les séparer par aucun caractère générique des *bacillaria palea* et *fulva*, qui ressemblent parfaitement aux animaux par leurs mouvemens, et qui se rattachent d'une manière étroite aux précédentes.

(1) *Histor. animal.*, lib. 5, c. 1.

(2) *Contemplation de la nature*; OEuvres, tom. X, p. 514.

(3) *Elenchus zoophytorum*, p. 23.

(4) *Zoonomie.*

(5) *Philosophie der Naturgeschichte*, tom. I, p. 5.

(6) *Élémens de physiologie végétale*, tom. I, p. 71.

règne animal marchent en sens inverse l'un de l'autre, et passent à des formes plus complexes. Aux cryptogames de Linné, ou acotylédones de Jussieu (1), les algues, les champignons, les lichens, les hépatiques et les mousses, succèdent les fougères, les lycopodiées, etc. Viennent ensuite les phanérogames, et en premier lieu les monocotylédones (2), les aroïdes, les typhacées, les cypéroïdes, les graminées, les palmiers, les asparaginées, les liliacées, les bromeliées, les narcissées, les tulipées, les iridées, les balisiers, les cannées, les orchidées, etc. Enfin arrivent les dicotylédones, avec leurs nombreuses subdivisions, savoir :

I. Les apétales ou à fleurs incomplètes, conifères, amentacées, laurinées, euphorbiacées, etc.;

II. Les monopétales, labiées, convolvulacées, solanées, campanulacées, éricinées, etc.;

III. Les polypétales, ombellifères, renonculacées, papavéracées, malvacées, légumineuses, rosacées, etc.

Dans le règne animal, après les zoophytes, au nombre desquels on range les infusoires, les polypes, les acalèphes, les entozoaires et les échinodermes, marchent les mollusques, les animaux articulés, annélides, insectes, arachnides et crustacés, enfin les vertébrés, poissons, reptiles, oiseaux et mammifères, dernière classe au sommet de laquelle se trouve l'homme.

§ 4. Pour faire ressortir les phénomènes et caractères généraux des corps organiques ou vivans, nous allons les comparer avec les corps inorganiques ou sans vie, relativement à leur conformation, à leur configu-

(1) Richard les appelait *exembryonatæ*, Lamarck, *plantes agames;* Link, *homonomeæ;* Decandolle, *plantes cellulaires;* Schultz, *plantæ axylinæ.*

(2) *Embryonatæ* de Richard; *phanérogames* de Lamarck; *heteronomeæ* de Link; *plantes vasculaires* de Decandolle; *plantæ xylinæ* de Schultz.

ration, à leur contexture, à leurs manifestations d'activité ou de force, à leur origine et à leur fin. Ce parallèle fera ressortir les ressemblances et différences, et décidera si nous sommes fondés à attribuer aux corps vivans des qualités particulières qui leur appartiennent exclusivement.

SECTION PREMIÈRE.

PARALLÈLE ENTRE LA COMPOSITION MATÉRIELLE DES CORPS ORGANIQUES ET CELLE DES CORPS INORGANIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

De la composition chimique (1).

§ 5. Tous les corps organiques sont, comme presque tous les corps inorganiques, composés de matières

(1) G.-E. Sthal, *De mixti et vivi corporis vera diversitate*; dans *Theoria medica vera*, p. 65. — J. Berzelius, *Essai sur les moyens de découvrir les proportions simples et définies, suivant lesquelles les principes de la nature organique sont combinés ensemble*; dans Hisinger och Berzelius, *Afhandlinger i fysik, kemi och mineralogi*, t. III, Stockholm, 1810; *Traité de chimie, traduit par A.-J.-L. Jourdan*, t. V. — Gay-Lussac et Thenard, *Méthode pour déterminer la proportion des principes qui constituent les substances végétales et animales*; dans *Recherches physico-chimiques*. Paris, 1811, t. II. p. 265. — A. Ure, *On the ultimate analysis of vegetable and animal substances*; dans *Philos. trans. for the year* 1822, t. II. — G. Patten Emmet, *On the chemistry of animated matter*. New-York, 1822, in-8°. — E. Chevreul, *Considérations générales sur l'analyse orga-*

simples, diversement combinées les unes avec les autres, que l'on peut séparer par des opérations chimiques. Cependant, lorsque l'on compare la composition de ces deux groupes de corps, on reconnaît d'importantes différences entr'eux. Ainsi les premiers sont pour la plupart des assemblages de combinaisons particulières sur lesquelles on tombe d'abord quand on analyse des plantes et des animaux. Là se rangent, dans le règne végétal, l'amidon, l'albumine végétale, le gluten, la gomme, le sucre, etc.; dans le règne animal, l'albumine animale, la fibrine, la gélatine, le mucus, etc. Ces matières sont appelées par les chimistes *principes immédiats des corps organisés.* On peut leur donner le nom de matières organiques ou aptes à vivre, parce qu'elles sont parties constituantes essentielles des êtres vivans, et qu'on n'aperçoit les phénomènes de la vie que dans les corps qui en sont composés.

§ 6. En soumettant de nouveau les principes immédiats des corps organiques à l'analyse chimique, on obtient les principes médiats, ou matières simples, que la chimie ne peut plus jusqu'à présent décomposer, et qui pour ce motif sont appelés élémens. Les principes pondérables médiats des corps organiques sont :

1°. Substances non métalliques; oxigène, hydrogène, carbone, nitrogène, phosphore, soufre, iode, brome, chlore et fluor;

2°. Substances métalliques;

A. Métaux générateurs d'alcalis, potassium, sodium et calcium.

B. Métaux générateurs de terres; magnesium, silicium et aluminium.

C. Métaux pesans; fer, manganèse et cuivre.

nique et sur ses applications. Paris, 1824. — Robinet, *Essai sur l'affinité organique.* Paris, 1826, in-4°.

Parmi les substances impondérables, celles que l'on rencontre en quelques circonstances, dans les corps organiques, sont la lumière, la chaleur et l'électricité.

Tous ces élémens se trouvent aussi dans les corps inorganiques. Les corps organiques ne diffèrent donc pas de ceux-ci sous le rapport de leurs matières élémentaires. Mais il y a de grandes différences relatives au nombre des élémens qui entrent dans les combinaisons organiques et à la manière dont ils sont combinés ensemble.

§ 7. Le nombre des élémens qui entrent dans la composition des corps que renferme le règne organique, est beaucoup moins considérable que celui des élémens qui existent dans l'autre règne. Les organiques, autant qu'on peut en juger d'après les données recueillies jusqu'à ce jour par la chimie, n'offrent, à part les impondérables, que les dix-neuf élémens dont j'ai fait l'énumération (1), tandis qu'on en a déjà trouvé cinquante-deux dans l'autre règne. Les substances que la chimie regarde comme simples n'entrent donc pas toutes dans la composition des corps organiques, qui n'en contiennent au contraire que le plus petit nombre. Parmi les élémens qu'on y découvre, ceux qui jouent le principal rôle sont l'oxigène, l'hydrogène, le carbone et le nitrogène, en proportions infiniment variées. Les autres sont peu abondans, eu égard à ceux-là.

§ 8. Quoiqu'il n'y ait qu'un petit nombre d'élémens dans les corps organiques en général, cependant la composition d'un corps vivant, d'une plante ou d'un animal, est beaucoup plus compliquée que celle d'un corps inorganique. Outre que presque toujours un seul

(1) Les opinions des chimistes sont partagées relativement à l'existence de quelques autres substances simples dans les corps organiques. Ainsi Beccher prétend avoir trouvé de l'or dans la cendre des tamarins.

et même végétal ou animal offre simultanément, dans ses diverses parties, des modes très-différens de composition, nous remarquons que tous les composés ou matières organiques résultent de trois, quatre élémens, ou davantage. On y voit trois élémens au moins, qui sont unis ensemble d'une manière immédiate, sans avoir préalablement formé une combinaison binaire. Le mucus végétal, le sucre et l'amidon sont composés de carbone, d'oxigène et d'hydrogène. Le gluten, l'albumine, la fibrine, le mucus animal, la cafèine, etc., contiennent encore du nitrogène, en sus de ces trois élémens. Les réunions ternaires ou quaternaires de ces quatre substances, en des proportions qui varient à l'infini, donnent naissance aux produits immédiats des corps organisés; c'est ce qui résulte clairement des recherches faites par Thénard, Gay-Lussac, Berzelius, Prout, Thomson, Bérard, Th. de Saussure, Ure et autres.

Au contraire, toutes les combinaisons inorganiques, ainsi que l'a démontré Berzelius, doivent être considérées comme des composés binaires, c'est-à-dire, résultant seulement de l'union de deux élémens, ou comme des combinaisons de deux composés binaires, ou enfin comme des combinaisons d'un composé binaire avec une substance simple. Ainsi l'oxigène produit l'eau avec l'hydrogène; les acides sulfurique, phosphorique, nitrique et carbonique, avec le soufre, le phosphore, le nitrogène et le carbone; la chaux, la soude et la potasse, avec le calcium, le sodium et le potassium. Le chlore donne naissance à l'acide hydrochlorique avec l'hydrogène; le nitrogène et l'hydrogène produisent l'ammoniaque. Ce ne sont donc là que des combinaisons binaires doubles.

Evidemment donc la nature a donné une composition plus compliquée aux corps organiques qu'aux corps inor-

ganiques. Kielmeyer en avait déjà fait la remarque dans ses cours de zoologie générale.

§ 9. Les combinaisons organiques peuvent bien être réduites à leurs élémens par les opérations chimiques, principalement par l'action du feu, mais les chimistes n'ont pas réussi jusqu'à présent à les reproduire, comme ils font pour les composés inorganiques (1). Le sucre, l'amidon, la gomme, le gluten, la fibrine, l'albumine, etc., ont été ramenés à leurs principes élémen-

(1) Quelques chimistes prétendent bien avoir obtenu des combinaisons organiques en soumettant des composés inorganiques à divers traitemens; mais on peut élever des doutes à ce sujet. Ainsi, Bérard (*Annales de chimie et de physique*, tom. V, p. 297) dit avoir obtenu un peu de graisse cristalline en faisant passer une mesure de gaz acide carbonique, dix de gaz oléfiant et vingt de sel hydrogène à travers un tube rouge. Il est très-probable que la substance analogue à la graisse qui s'est trouvée là, était tenue en dissolution dans le gaz oléifiant, qui avait été tiré de l'alcool. — Dœbereiner (Isis, 1817, cah. 3, p. 376), en faisant passer de la vapeur aqueuse sur des charbons rouges, dans un tube de fer, obtint une matière volatilisable, soluble dans l'eau et douée de la saveur de la graisse. Mais on peut objecter que le charbon doit être considéré comme une combinaison organique. D'ailleurs Bérard et Trommsdorf (*Neues Journal fuer Pharmacie*, t. II, cah. 2, p. 203), qui ont répété l'expérience, n'ont point obtenu le même résultat. — Nous ne connaissons que deux composés organiques, de l'espèce simple, l'acide oxalique et l'urée, que Wœhler, le premier, a enseigné la manière de faire de toutes pièces. (*Poggendorf, Annales der Physik*, t. III, p. 177.) — Si les chimistes ont réellement réussi à produire, avec des substances purement inorganiques, quelques combinaisons dans lesquelles les élémens sont associés à la manière des combinaisons organiques, ce ne sont que celles qui se trouvent placées sur l'extrême limite entre les composés organiques et inorganiques. — Berzelius (*Traité de chimie, trad. par A.-J.-L. Jourdan*, t. V.) s'exprime à cet égard de la manière suivante : « Quoiqu'il se puisse faire que, dans la suite, on découvre plusieurs de ces produits de matières purement inorganiques ayant une composition analogue à celle des produits organiques, cependant cette imitation incomplète se réduit toujours à trop peu de chose pour que l'on ose espérer qu'il soit jamais en notre pouvoir de fabriquer des matières organiques de toutes pièces, et de confirmer ainsi l'analyse par la synthèse, comme nous le faisons presque toujours dans la nature inorganique.

taires ; mais personne n'est encore parvenu à les reformer de toutes pièces. Il en est de même pour toutes les parties liquides et solides des corps vivans. C'est pourquoi nous sommes en droit d'admettre, dans l'état actuel de la chimie, que la composition des corps organiques n'est pas seulement l'effet de l'affinité, mais qu'elle dépend de forces propres à ces corps, par lesquelles les affinités chimiques sont dominées.

§ 10. Il existe, entre les corps organiques et inorganiques, une différence, relative au mode de combinaison des matériaux entrant dans leur composition, qui consiste en ce que les premiers ont beaucoup plus de tendance que les autres à éprouver des changemens et des décompositions. Les combinaisons, la plupart du temps binaires ou doublement binaires, des corps sans vie, sont plus intimes, plus fixes, et leurs élémens tiennent les uns aux autres par des affinités plus énergiques que dans les matières organiques, comme l'a démontré Chevreul. Au contraire, les combinaisons ternaires, quaternaires et souvent plus complexes encore du règne organique, sont moins solides, moins intimes ; elles résultent d'affinités moins fortes, ce qui les fait paraître plus mobiles et plus variables, parce que la saturation y est rarement parfaite. Le principe comburant, l'oxigène, ne s'y trouve point en quantité suffisante pour saturer les élémens combustibles, et pour empêcher qu'ils puissent céder à d'autres affinités. Voilà pourquoi toutes les combinaisons organiques sont combustibles. Car elles ne contiennent point autant d'oxigène qu'il en faut pour saturer leur carbone et leur hydrogène. Elles brûlent quand on les chauffe avec le contact de l'air, et absorbent alors tout l'oxigène nécessaire à la saturation de l'hydrogène et du carbone.

§ 11. Comme les élémens ont plus de tendance à pro-

duire des composés binaires qu'à persister dans les combinaisons ternaires et quaternaires, on aperçoit dans les substances organiques une disposition constante à se convertir en composés binaires. Les corps inorganiques ayant leurs élémens dans une sorte d'équilibre parfait, ces mêmes élémens sont peu enclins à se combiner avec les matières environnantes et d'une autre manière. Il n'en est pas de même pour les combinaisons organiques, qui sont plus compliquées et retenues par des affinités moins fortes ; on remarque en elles une tendance continuelle à se détruire. Elles sont composées en grande partie d'oxigène, de nitrogène, d'hydrogène et de carbone, dont les trois premiers sont gazeux dans l'état de liberté, et font effort pour abandonner la forme solide, tendance qu'accroissent encore la chaleur extérieure et la chaleur propre des corps vivans. La grande affinité de l'oxigène pour l'hydrogène et le carbone fait qu'il se combine facilement avec le premier, d'où résulte de l'eau, et avec le second, ce qui produit de l'acide carbonique. Le nitrogène, qui a beaucoup d'affinité pour l'hydrogène, s'unit avec lui, et donne ainsi naissance à de l'ammoniaque. Mais, comme le carbone et l'hydrogène ne trouvent pas assez d'oxigène, dans les combinaisons organiques, pour former de l'eau et de l'acide carbonique, ils ont de la tendance à attirer celui de l'air atmosphérique. De ces circonstances dépend la facilité avec laquelle les animaux et les plantes se décomposent, et qui tient à ce que leurs élémens tendent continuellement à contracter des combinisons binaires, et à quitter un état dans lequel ils ne sont maintenus que par les forces agissantes dans les corps vivans. Les corps vivans subissent, sous l'influence de l'air, les changemens remarquables qui font que les élémens mobiles des alimens introduits et fluidifiés dans leur intérieur éprouvent,

par l'effet tant d'une soustraction des matériaux de ceux-ci, que d'une absorption d'autres principes puisés dans l'air, un changement dans leurs proportions respectives, qu'on désigne sous le nom de respiration. Les manifestations d'activité des corps vivans eux-mêmes modifient sans cesse les matières organiques, dont la composition est extrêmement variable et mobile, et les font passer à un état tantôt plus simple et tantôt plus composé, en changeant les rapports numériques de leurs élémens, de manière que des combinaisons végétales peuvent devenir animales, et celle-ci redevenir végétales.

§ 12. Il existe cette différence entre les corps vivans et les corps inertes, relativement au rapport de la composition chimique à la configuration, que les premiers, quoiqu'ils se ressemblent davantage dans leur composition, présentent cependant une bien plus grande diversité dans leurs formes. Quelle immense variété de formes le règne végétal et le règne animal n'offrent-ils pas, malgré le nombre peu considérable d'élémens qui constituent les corps vivans en général! Nous trouvons même qu'à composition égale les parties d'un seul et même individu organique diffèrent singulièrement les unes des autres pour la configuration. Je citerai seulement en exemple la diversité que les pétales offrent souvent dans une même espèce végétale, et celle qu'on observe, chez les animaux, dans la configuration des os et des muscles. Les corps organiques, au contraire, se distinguent, à peu d'exceptions près, par une grande analogie de forme et de cristallisation, quand leur composition chimique est identique.

Il doit donc y avoir dans les corps vivans une force particulière, différente des affinités chimiques qui déterminent la forme des corps sans vie, et dont l'action produit la diversité que les formes organiques présentent

à égalité de composition. Ou, ce qui exprime la même idée d'une manière plus précise encore, la configuration des corps organiqnes n'est pas seulement l'effet de l'affinité chimique, comme dans les corps sans vie, mais elle est celui d'une force de nature spéciale, ou, si l'on veut, supérieure.

§ 13. Quant à ce qui concerne l'origine des combinaisons organiques, l'expérience nous apprend qu'elles ne sont produites que par les manifestations d'activité de corps vivans déjà existans. L'albumine, la gélatine, le mucus, le gluten, l'amidon, la gomme, le sucre, etc., ne se forment pas spontanément, par la réunion d'élémens ou de composés binaires, d'après les lois de l'affinité chimique, mais seulement par les manifestations d'activité de corps organiques jouissant déjà de la vie. Les êtres organisés sont produits par leurs semblables, ou doivent naissance à la matière de corps organisés en état de décomposition. La production des combinaisons organiques dans ces êtres porte le nom d'assimilation et de nutrition, tandis qu'on appelle la procréation des êtres eux-mêmes génération. Au contraire les combinaisons et corps inorganiques ne naissent jamais que des débris d'autres corps plus anciens, tombés à l'état de dissolution, et dont, en certaines circonstances, les matériaux se réunissent, pour les produire, d'après les seules lois de l'attraction chimique et mécanique.

§ 14. Il n'y a pas jusqu'aux formes animales et végétales les plus simples, les infusoires, la matière verte de Priestley, les conferves, les moisissures, etc., qui, dans ce qu'on appelle génération spontanée, proviennent, d'après les observations et expériences faites par Needham, Priestley, Ingenhouss, Monti, Wrisberg, Mueller, G.-R. Treviranus, etc., non de matières inorganiques, mais de corps et combinaisons organiques

tombés en putréfaction ou fermentation. A la vérité J.-B. Fray (1) prétend avoir vu des animalcules infusoires se développer dans de l'eau pure. Gruithuisen (2) dit aussi avoir vu naître, au milieu d'infusions de granit, de craie et de marbre, une membrane gélatineuse, dans laquelle se manifestaient des mouvemens au bout de quelque temps, et finissaient par se former des infusoires, des monades, des animalcules globuleux. Mais très-probablement les corps mis en expérience ou l'eau employée pour l'infusion contenaient déjà des substances organiques, bien qu'en très-petite quantité, car d'autres naturalistes n'ont point observé la formation de corps vivans dans des infusions pures de corps inorganiques.

§ 15. Dans tous les corps inorganiques, les cristaux particulièrement, dès que leurs matériaux se sont attirés et combinés d'après les lois de l'affinité, la composition chimique entre en repos, et c'est par là seulement que ces corps subsistent. Il n'en est point ainsi à l'égard des corps vivans, dont la composition subit des changemens continuels. Tant que ces corps agissent à leur manière, c'est-à-dire tant qu'ils vivent, ils admettent en eux de nouvelles substances, qu'ils assimilent et font entrer dans leur composition, de laquelle ils en expulsent d'autres. C'est par les actes de l'assimilation des alimens, de la respiration, de la nutrition et de l'excrétion, que les matériaux des corps vivans changent continuellement. La composition de ces corps n'est donc jamais en repos. Leur tendance à s'assimiler de nouvelles substances ne cesse qu'à l'extinction des manifestations d'ac-

(1) *Essai sur l'origine des substances organisées et inorganisées*. Berlin, 1807. — *Essai sur l'origine des corps organisés et sur quelques phénomènes de physiologie animale et végétale*. Paris, 1817.

(2) *Ueber die chemischen und dynamischen Momente bei der Bildung der Infusorien, mit einer Kritik der Versuche Fray's*; dans le *Journal der Physik* de Gehlen, t. VIII, p. 150.

tivité que nous appelons la vie. Mais en même temps leur existence s'arrête, ils sont détruits, et perdent leur forme, ainsi que leur composition. Il y a donc cette différence essentielle entre les corps inorganiques et les corps vivans, que la durée des premiers dépend du repos qui s'établit dans leur composition, tandis que l'existence et la conservation des autres ont pour condition un changement continuel de composition. La cause de cette différence réside également dans des circonstances particulières, propres aux corps vivans, qui amènent de nouvelles affinités, et qui ne peuvent que par-là se maintenir en action, tandis que, quand les corps sans vie sont une fois formés, il ne s'opère plus aucun changement dans les rapports d'affinité qu'ils produisent par eux-mêmes.

§ 16. Quoique, pendant leur durée, les corps vivans soient assujettis à des changemens continuels, rapides ou lents, qu'ils introduisent en eux des matériaux puisés dans l'air, de l'eau, des alimens de nature diverse, et qu'ils se débarrassent de certaines substances, cependant ils conservent pendant un certain laps de temps la forme et la composition qui leur sont particulières. Ils ont donc, tout en changeant sans cesse de composition, la faculté de conserver leurs qualités, et même de résister jusqu'à un certain point aux influences chimiques du dehors (1). Tous les corps inorganiques, au contraire, n'étant que de simples produits des affinités dévolues aux substances qui les constituent, ne jouissent pas du pouvoir de réagir sur les impressions extérieures qui produisent des changemens en eux, et sont livrés au jeu

(1) Cependant lorsque les corps vivans sont exposés à une température très-élevée ou fort basse, qu'ils sont mis en contact avec certaines espèces de gaz, qu'on fait agir sur eux des acides minéraux concentrés ou des alcalis caustiques, ils peuvent également être détruits par ces divers agens.

des affinités chimiques Quand, par exemple, un cristal vient à être mis en contact avec un acide ayant de l'affinité pour sa base, celle-ci se combine avec l'acide, de sorte que la forme et la composition du cristal sont changées et détruites.

Nous ne pouvons attribuer cette propriété qu'ont les corps organiques de résister jusqu'à un certain point aux actions purement chimiques des choses extérieures, qu'à des forces particulières qui dominent les affinités. C'est ce qui résulte de ce qu'aussitôt que leurs forces vitales sont éteintes, les influences extérieures produisent également en eux, d'après les lois des affinités chimiques, des changemens ayant pour résultat la destruction de la forme et de la composition qui leur sont propres. Après la mort d'un corps organisé, les affinités chimiques entrent en jeu, de manière que sa forme et sa composition, qui souvent avaient bravé pendant un siècle et plus l'action destructive des choses extérieures, sont abolies dans un court espace de temps.

§ 17. Les opérations chimiques, putréfaction et fermentation, qui s'établissent après l'extinction des forces spéciales dont l'action contre-balance, pendant la vie des corps organisés, celle par laquelle les affinités chimiques des choses extérieures tendaient à les détruire, et qui changent à la fois leur composition et leur forme, sont des phénomènes d'une nature particulière, que l'on n'observe pas dans la décomposition des corps inorganiques. Ce sont des opérations organico-chimiques. La décomposition qui s'effectue après la mort a des bornes dans les cas ordinaires, et les matériaux organiques ne rentrent pas en totalité, mais seulement en partie, dans le règne inorganique, puisqu'ils ne sont complètement ni réduits à leurs élemens, ni convertis en combinaisons binaires.

§ 18. Les combinaisons ou matières organiques, l'albumine, l'amidon, le gluten, la gomme, le mucus animal, la fibrine, la gélatine, etc., de même que les tissus végétaux et animaux dans la composition desquels ils entrent, ont la propriété, quand ils sont placés au milieu de circonstances extérieures favorables, exposés à un certain degré de chaleur, de lumière et d'humidité, et en contact avec l'air, de passer à de nouvelles formes organiques simples, aussitôt qu'ils viennent à être détachés de la combinaison organique d'un être quelconque. C'est ce qui arrive dans la fermentation et la putréfaction, où la résolution des combinaisons organiques donne lieu, suivant la composition de ces dernières et les influences extérieures, tantôt à des infusoires, tantôt à de la matière verte de Prietsley ou à des moisissures. Cette propriété dont jouissent les matières organiques, de prendre une nouvelle forme en certaines circonstances, sera désignée provisoirement sous le nom d'aptitude à vivre ou de plasticité. Elle ne s'éteint que quand ces matières sont réduites à leurs élémens, comme il arrive toutes les fois que le feu agit sur elles. Ainsi, quand les manifestations d'activité qu'on appelle vie s'éteignent dans les matières d'espèce particulière appartenant aux corps organiques, et que les opérations chimiques de nature spéciale qui ont lieu en elles après la mort, c'est-à-dire, la putréfaction et la fermentation, s'établissent, ces matières ne rentrent pas complètement dans le règne inorganique, mais conservent la faculté de revêtir une nouvelle forme et de se montrer aptes à jouir de la vie. La mort ou l'extinction des manifestations de la vie ne porte donc que sur les individus organiques, tandis que les matières organiques entrant dans la composition de ces êtres continuent à pouvoir prendre forme et recevoir vie.

§ 19. Le principal résultat des comparaisons établies entre la composition des corps organiques et celle des corps inorganiques, et qui ont elles-mêmes pour base les observations et recherches faites jusqu'à présent sur la composition chimique de ces corps, c'est que les premiers ont pour base des matières particulières que nous appelons organiques. Les changemens de composition qui ont lieu dans les corps doués de la vie, ne sont pas purement des effets d'affinités semblables à celles qu'on observe dans les corps bruts ou inorganiques; ce sont des effets d'affinités et de forces d'une espèce particulière. Les matières inorganiques sont les seules qui offrent, la plupart du temps dans un état particulier d'agrégation et de forme appelé organisation, les manifestations d'activité que nous désignons sous le nom de vie. Tantôt elles sont accumulées dans les corps actuellement vivans, et la vie se manifeste en elles; tantôt elles sont hors des corps vivans, mêlées avec des matières inorganiques, et alors aptes seulement à vivre. Ces dernières peuvent rentrer dans l'empire des corps vivans et dans le torrent de la vie, soit comme alimens, soit d'une manière directe, à la faveur de certaines circonstances, comme dans la génération spontanée. Les affinités purement chimiques, ou l'action des simples forces chimiques, paraît, dans l'état actuel de notre planète, ne produire aucune matière ou combinaison organique, telle qu'albumine, gélatine, amidon, gluten, etc.; du moins n'avons-nous pas de faits qui viennent à l'appui de l'opinion contraire. Il n'y a que les corps vivans eux-mêmes qui soient en état de faire entrer des matières inorganiques dans des combinaisons organiques, ainsi que la respiration surtout et la nutrition des plantes en fournissent des exemples.

§ 20. Si nous poussons plus loin nos recherches, une

question se présente à résoudre, celle de savoir comment les matières organiques, leurs diverses combinaisons et les corps vivans se sont formés sur notre planète. La solution de ce problème dépasse la portée de notre expérience. Voulons-nous cependant en hasarder une, nous tombons dans le champ des conjectures, nous sommes forcés d'établir des hypothèses, qui n'ont que de la vraisemblance et point de certitude. Nous supposons que des corps organisés ont existé dès l'origine sur notre planète ; ou bien nous admettons que les matières organiques et les corps vivans ont été produits, en certaines circonstances, avec les élémens et avec des matières inorganiques, par l'action des causes physiques générales ; ou enfin nous conjecturons que la substance des corps vivans était primitivement contenue dans l'eau, comme matière organique primitive, avec la propriété de prendre la forme organique, qu'elle a donné naissance à des corps organiques d'espèces fort simples et variées en raison des circonstances, et que ces corps ont passé successivement à des formes plus compliquées, jusqu'à ce qu'enfin les organes générateurs et leurs manifestations d'activité étant venus à paraître en eux, ils furent doués de la faculté de se conserver d'une manière durable, comme espèces à part, au moyen de la génération.

§ 21. La géologie s'élève contre la première hypothèse, celle que les corps vivans ont existé sur notre planète dès les premiers momens de sa création. On ne trouve des fossiles que dans la croûte extérieure, c'est-à-dire, dans les couches superficielles de la terre, celles dont la formation est la plus récente, et il n'y en a point dans les terrains primitifs. Par conséquent il fut un temps où nul être vivant n'existait sur le globe. Dans la

supposition toutefois où nous admettrions cette hypothèse, nous laisserions encore intacte la question de savoir comment les êtres vivans se sont formés, parce que nous ne pouvons rien dire touchant le mode d'origine de notre planète et des corps qui la constituent. Peu importe, relativement à ce problème, que nous nous déclarions pour le vulcanisme ou le neptunisme, puisque les géologues sont obligés de laisser l'origine du feu et de l'eau sans explication, et que le biologiste est encore bien moins en état d'émettre aucune opinion sur celle des corps vivans.

§ 22. Les difficultés qui s'élèvent contre la seconde hypothèse, celle que la production des matières organiques et des corps vivans dépend de l'action des forces physiques générales, sont que nous manquons absolument de faits d'après lesquels nous soyons autorisés à conclure par analogie que des matières organiques et des corps vivans puissent provenir de matières inorganiques, n'ayant jamais rien observé de semblable, du moins jusqu'à présent. Bien loin de là même, les corps vivans ne peuvent point produire avec des substances inorganiques la plus grande partie des matériaux qui entrent dans leur composition, et ils ont besoin pour cela de la matière d'autres corps organiques, qu'ils introduisent en eux. Les plantes s'alimentent en grande partie avec des débris de végétaux ou d'animaux morts; les animaux conservent également leur existence au moyen de végétaux et même d'autres animaux.

§ 23. L'hypothèse la plus probable est la troisième, celle que la substance des corps organiques existait primitivement dans l'eau, comme matière d'espèce particulière, et qu'elle y était douée de la faculté plastique, c'est-à-dire, du pouvoir d'acquérir peu à peu diverses

formes simples de corps vivans, avec le concours des influences générales, de la lumière, de la chaleur, peut-être aussi de l'électricité, etc., et de passer ensuite de ces formes simples à d'autres plus compliquées, variant en raison des modifications survenues dans les influences extérieures, jusqu'à ce qu'enfin chaque espèce acquît de la durée par la production et les manifestations d'activité des organes génitaux. Quoiqu'on ne puisse pas résoudre non plus la question de savoir d'où provenaient l'eau et la matière organique qui s'y trouvait contenue, cependant cette hypothèse est celle qui se concilie le mieux avec les faits dont la géologie s'est enrichie depuis peu. En effet, on ne trouve point de corps organisés appartenant à ce qu'on appelle le monde primitif dans les terrains que les géologues modernes considèrent comme des produits du feu ou du vulcanisme. On n'en observe que dans les couches supérieures de la terre, dans celles de dernière formation, et dans les terrains qui se sont évidemment précipités au sein des eaux. Les animaux aquatiques ont existé avant les animaux terrestres. Un argument favorable à l'hypothèse suivant laquelle le règne organique s'est peu à peu développé et élevé des formes simples à d'autres compliquées, résulte de ce qu'on rencontre des débris de corps organiques appartenant à des espèces fort simples dans les terrains secondaires les plus anciens, tandis que les couches les plus récentes de la terre contiennent des restes de corps vivans plus composés. Les terrains qui reposent immédiatement sur les roches primitives offrent des débris de coraux, d'animaux rayonnés et de coquillages. C'est après ceux-là seulement qu'on trouve des restes d'animaux vertébrés vivant dans l'eau, poissons, reptiles et cétacés. Des os

fossiles d'animaux ovipares existent dans les couches profondes de la terre, tandis que c'est dans les couches superficielles qu'on en rencontre de mammifères vivipares. Nous observons la même progression dans la complication organique des végétaux dont les diverses couches de la terre renferment des débris. Des impressions de plantes dicotylédonées, notamment de fougères, sont les premières traces végétales que l'on rencontre dans les couches profondes. Viennent ensuite les débris de monocotylédonées, de graminées arborescentes, de palmiers, etc., puis enfin ceux de conifères et d'autres dicotylédonées.

On n'a point encore trouvé de fossiles appartenant aux singes et à l'homme, dont l'organisation est arrivée au plus haut degré de complication et de développement. Nous pouvons donc admettre, avec beaucoup de vraisemblance, que les singes et l'homme sout les derniers et les plus nouveaux produits de notre planète.

§ 24. Une autre circonstance favorable à l'hypothèse du développement graduel des corps organiques, depuis les formes les plus simples jusqu'aux plus compliquées, c'est que tous ces corps, tant végétaux qu'animaux, paraissent encore aujourd'hui sous une forme simple, au moment de la génération, ou quand ils sortent du germe, et que c'est seulement peu à peu qu'ils acquièrent la forme plus compliquée dévolue à chaque espèce. Débuter d'une manière très-simple, et s'élever de là au composé, tel est le caractère général de tout ce qui a vie, tant des individus que de l'ensemble du règne organique considéré en masse.

§ 25. Ces motifs, joints à ce qu'après l'extinction de la vie des individus les matériaux des corps organisés se réduisent aux formes organiques les plus simples par

l'effet de ce qu'on nomme génération spontanée, nous mettent dans la nécessité d'admettre une matière organique primitive répandue à la surface ou dans la croûte et les eaux de notre planète, sur la première origine de laquelle il nous est tout aussi impossible de rien dire de certain que sur celle de la terre elle-même. Cette matière organique, avec ses diverses modifications organiques considérées comme matières d'espèce particulière, tantôt se montre active et vivante dans les individus des espèces végétales et animales actuellement existantes, sous des conditions et au milieu de phénomènes dont l'exposition sera faite plus tard, tantôt reste seulement apte à jouir de la vie, et douée de la faculté de revêtir, en certaines circonstances, des formes organiques très-simples, lorsqu'elle vient à être arrachée de la composition des corps vivans.

Plusieurs naturalistes, Buffon (1) et Needham (2) en particulier, ont admis déjà une matière particulière dans les corps vivans. G.-R. Treviranus (3) conclut de ses recherches sur la vie :

1° Qu'il existe dans la nature une matière incessamment agissante, par laquelle tous les êtres vivans, depuis le byssus jusqu'au palmier, et depuis l'animalcule infusoire jusqu'au monstre marin, jouissent de la vie, et qui, bien qu'immuable dans son essence, est cependant variable dans sa forme, et en change continuellement;

2° Que cette matière est dépourvue de forme par

(1) *Hist. nat.* t. II, p. 420. « Il existe une matière organique animée, universellement répandue dans toutes les substances animales ou végétales, qui sert également à leur nutrition, à leur développement et à leur reproduction.

(2) *An account of some new microscopical discoveries*. Londres, 1745, in-8°.

(3) *Biologie*, t. II, p. 267 et 403.

elle-même, mais apte néanmoins à prendre celle de la vie, qu'elle conserve une forme déterminée sous l'influence de causes extérieures, qu'elle n'y persiste qu'autant que ces causes continuent à agir, et qu'elle en prend une autre dès que de nouvelles causes influent sur elle ;

3° Que la matière apte à vivre et le principe vital existent réciproquement l'un par l'autre, et que la mort n'est qu'un passage de certaines formes de cette matière à d'autres.

CHAPITRE II.

De la configuration et de l'agrégation.

§ 26. Il est des corps, comme les solides, qui remplissent l'espace d'une manière durable et uniforme, tandis que d'autres, les liquides, varient dans celle dont ils le remplissent. Ces derniers, l'air et l'eau, sont les véhicules qui contiennent les corps solides. Tous les corps organiques, de même que les minéraux, à l'exception du mercure, sont solides. Les corps organiques ont en même temps une forme régulière, que les minéraux ne présentent qu'à l'état de cristallisation. En comparant ces deux groupes de corps sous le rapport de leur configuration et de leur agrégation, nous sommes obligés de nous restreindre, pour les minéraux, à ceux qui sont doués d'une forme régulière.

§ 27. Tous les corps organiques, les plantes aussi

bien que les animaux, ont une forme plus ou moins ronde et ovalaire, ou branchue et articulée, et ils sont limités par des lignes courbes ou onduleuses, de même que par des surfaces convexes ou concaves (1). Les corps inorganiques, au contraire, lorsqu'ils ont une forme régulière, comme les cristaux, sont bornés par des surfaces planes et des lignes droites, de la jonction desquelles sous certaines inclinaisons résultent des arêtes et des angles. C'est ce que Romé de l'Isle (2), Bergmann (3), mais surtout Haüy (4), Brochant de Villiers (5) et autres ont suffisamment démontré. On sait que les cristaux offrent une grande diversité de formes simples et compliquées : ce sont des cubes, de hexaèdres, des rhombes, des prismes, des colonnes, etc., (6);

(1) Plusieurs principes organiques immédiats font exception à cette règle, en ce qu'après avoir été extraits des corps vivans ou sécrétés par eux, ils cristallisent de différentes manières. La choléstérine, l'acide urique et le sucre de lait sont dans ce cas, parmi ceux qui proviennent du règne animal. Beaucoup de substances végétales, le sucre, divers acides, tels que le sinapique pur, le benzoïque et autres, mais surtout les bases salifiables végétales, comme la morphine, la narcotine, la strychnine, le brucine, la quinine, etc., enfin les sous-résines cristallisent. Cependant les formes de ces dernières sont la plupart du temps globuleuses ou rayonnantes, comme des étoiles et des rosettes, suivant Bonastre. (*Sur la forme cristalline de plusieurs sous-résines*; dans *Annales de la société Linnéenne de Paris*, novembre 1827, p. 549.)

(2) *Essais de cristallographie, ou Description de figures géométriques propres aux différens corps du règne minéral.* Paris, 1772, in-8o.

(3) *Ueber die Gestalten der Krystalle*, 1773.

(4) *Essai d'une théorie de la structure des cristaux.* Paris, 1784, in-8o. — *Traité de minéralogie.* Paris, 1822.

(5) *De la cristallisation considérée géométriquement et physiquement.* Strasbourg, 1819, in-8o.

(6) Quand l'opération de la cristallisation vient à être troublée, et que les molécules se précipitent tout à coup, la forme géométrique régulière change, et il se produit fort souvent des formes arrondies; mais celles-ci, d'après la remarque parfaitement juste de Haüy, indiquent un défaut de perfection dans le règne minéral.

mais, quelque variées que soient leurs formes, on peut cependant, d'après les rapports de leurs parties, les ramener à certaines formes primitives et à certains systèmes de cristallisation (1). Ainsi ces corps, comme l'a très-bien remarqué Kielmeyer (2), représentent en quelque sorte l'effet d'une géométrie élémentaire, tandis que la nature s'est servie d'une haute géométrie en procédant à la formation des corps vivans. On peut dire aussi, ce qui revient au même, que les formes des corps organiques sont plus compliquées que celles des corps inorganiques.

§ 28. Le règne organique offre une abondance et une diversité de formes bien plus grandes que celui des corps privés de la vie. Les milliers d'espèces végétales et animales, qui présentent tant de différences dans leur configuration, en sont la preuve. D'après une estimation faite il y a quelques années par Humboldt (3), on connaît près de cinquante-six mille espèces de plantes, et cinquante-un mille sept cents animaux; mais, depuis cette époque, il a été découvert encore un grand nombre de végétaux et d'animaux nouveaux.

§ 29. Si nous comparons les corps vivans avec les minéraux relativement à leur agrégation, nous remarquons que, suivant les expressions de G.-R. Treviranus (4), les corps organiques se distinguent, et par la régularité, et par l'hétérogénéité de leurs parties, tandis que les autres sont pourvus seulement du premier caractère et manquent du second. Tous les corps vivans, végétaux et animaux, sont composés de parties hétérogènes. Ils

(1) Weiss, dans les *Abhandlungen der physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften von Berlin*. Ann. 1814 et 1815, p. 289.

(2) Dans ses Cours sur la zoologie générale.

(3) *Annales de chimie*, t. XVI.

(4) *Biologie*, t. I, p. 158.

contiennent toujours des parties solides et liquides, ce que Humboldt (1) considérait comme un caractère essentiel pour eux. En outre, nous remarquons dans tous, à l'exception des plus simples, un grand nombre de parties hétérogènes : nous voyons, chez les plantes, des racines, des feuilles, des fleurs ; chez les animaux, des muscles, des nerfs, des vaisseaux, des os et des viscères de plusieurs espèces. Ces parties, régulièrement arrangées et distribuées, sont composées elles-mêmes de parties plus simples, les tissus. Au contraire, les corps inorganiques ne résultent point d'un assemblage de parties hétérogènes, ou si, par fois, ils présentent ce caractère, les parties ne sont que simplement mêlées les unes avec les autres. En général, les cristaux ne sont composés que de parties solides homogènes (2).

§ 30. De ce que les corps organiques sont composés de solides et de liquides, résulte immédiatement qu'ils ont peu de consistance et de rigidité. Tous sont mous et flexibles, soit en totalité, soit dans un grand nombre de leurs parties. A la vérité, leur consistance varie beaucoup, tant chez les végétaux que chez les animaux, et non pas seulement dans les différens groupes de corps vivans, mais même encore dans les diverses parties de

(1) *Aphorismen aus der Pflanzen-Physiologie*, p. 33.

(2) On ne peut point présenter comme une objection lés gouttes d'eau qui se rencontrent quelquefois dans des cristaux, parce qu'elles y sont purement accidentelles. Ainsi Brewster (*Transactions of the royal society of Edinburgh*, t. X, p. 1) a trouvé des liquides incolores et transparens dans quelques topazes, dans le chrysobéryl, dans le quarz de Québec, dans l'améthyste, etc. Ordinairement ces liquides ne remplissaient qu'en partie les cavités des cristaux, et contenaient encore une bulle d'air, qui disparaissait par l'action de la chaleur. Il y avait parfois aussi de petits cristaux dans le liquide. — On ne saurait non plus objecter l'eau de cristallisation, puisqu'elle est combinée intimement avec la matière même des cristaux, et qu'elle n'est point distribuée dans des espaces particuliers, comme le sont les humeurs des corps vivans.

chaque individu. En général, nous remarquons que les parties les plus importantes de ces corps, celles qui jouent le rôle principal dans l'accomplissement de leurs manifestations spéciales d'activité, sont celles qui ont le moins de consistance et de solidité, comme le chevelu des racines, les vaisseaux séveux, l'aubier, les feuilles et les fleurs chez les plantes; les nerfs; le cerveau, les muscles, les vaisseaux destinés à la digestion, à la respiration, au mouvement des humeurs et aux diverses sécrétions, chez les animaux. La consistance varie aussi en raison de l'âge. A cet égard on peut poser en principe qu'elle est d'autant moindre, chez les végétaux et les animaux, que ces corps sont plus rapprochés de leur origine, ou des périodes de leur développement et de leur accroissement, tandis qu'elle augmente, ainsi que la rigidité, à mesure qu'ils avancent vers le terme de leur carrière.

Les corps inorganiques, au contraire, qui sont composés uniquement de parties solides, se font remarquer par une grande rigidité. On ne voit point en eux de parties qui diffèrent sous le rapport de la consistance. Leur rigidité ne varie pas non plus en raison de la durée de leur existence.

§ 31. Un autre résultat du mélange de solides et de liquides qui entrent dans la composition des corps vivans, comme aussi de leur état de mollesse, est la facilité avec laquelle ils subissent des changemens dans leurs rapports de structure, c'est-à-dire avec laquelle ils se meuvent. Ces deux mêmes circonstances rendent leur composition chimique plus facile à attaquer par les influences extérieures, celles de la chaleur et de l'air, qui agissent principalement sur leurs parties liquides. Les minéraux, qui sont composés de solides, et qui ont de la rigidité, n'offrent pas de changemens dans les rapports mutuels

de leurs parties, c'est-à-dire qu'ils ne se meuvent point, et sont moins sujets à varier dans leur composition par l'action des influences extérieures, notamment de la chaleur et de l'air.

§ 32. Non seulement tous les corps organiques résultent d'un assemblage de parties solides et de parties liquides, mais encore ce mode de constitution est indispensablement nécessaire à leur existence et à leur conservation, parce que c'est la réaction des solides et des liquides qui détermine et entretient les manifestations d'activité ou de vie (1). Si l'on enlève les sucs à une plante, elle meurt; si l'on soustrait à un animal la masse de ses humeurs, et qu'on vide ses vaisseaux du sang qui s'y trouve contenu, la vie s'éteint en lui. Que l'on détruise les parties solides d'une manière mécanique ou chimique, les manifestations de la vie cessent également. Par conséquent, les solides et les liquides des corps vivans sont dans une réciprocité continuelle d'action indispensablement nécessaire au maintien de la vie.

§ 33. Une autre cause encore du rapport essentiel et nécessaire qui existe, dans les corps organiques, entre les parties liquides et les parties solides, c'est que celles-ci tirent toujours leur origine de celles-là. Tout animal

(1) Certains végétaux et animaux, de l'espèce la plus simple toutefois, par exemple, les mousses, les infusoires, les rotifères (*vorticella rotatoria*), les vibrions (*vibrio anguilla*), etc., survivent pendant quelque temps à la perte de leurs liquides; on peut les dessécher, de manière qu'ils ne donnent plus aucun signe de vie, et lorsqu'ensuite on vient à les humecter, les phénomènes de la vie se raniment en eux, comme le démontrent les expériences de Needham (*Nouvelles découvertes faites avec le microscope*. Leyde, 1744), Baker (*Employement for the microscope*. Londres, 1764), Spallanzani (*Observations sur les animaux qu'on peut tuer et ressusciter à son gré;* dans *Opuscules de physique*, t. 2, p. 261) et Fontana (*Sur le venin de la vipère*, t. I.)

naît d'un liquide, au sein duquel il se forme. Ce sont aussi des liquides qui fournissent continuellement les matériaux de la nutrition des solides. Ces derniers n'ont l'aptitude à exercer leurs manifestations d'activité qu'aussi long-temps qu'ils sont nourris. Toute substance quelconque qui pénètre dans les corps organiques, à titre d'aliment, doit être liquide, ou du moins susceptible de le devenir. Les solides eux-mêmes se résolvent pareillement en liquides. Enfin, toutes les matières qui sont éliminées et rejetées des corps vivans pendant la vie, sont plus ou moins liquides. Mais la constitution des liquides dépend à son tour des manifestations d'activité des solides, car ces derniers sont la principale source des qualités qui les distinguent.

§ 34. Il n'est pas difficile non plus de se convaincre que les parties qui entrent dans la composition des corps organiques sont d'une autre nature que celles qui constituent les minéraux, en les examinant avec attention au moyen d'un microscope. Cet instrument fait apercevoir, tant dans les liquides que dans les solides des végétaux et des animaux, des corpuscules globuleux ou ovalaires, quelquefois aplatis. Les animaux les plus simples, les infusoires et les polypes, de même que les plantes les plus simples, les conferves, les tremelles, les champignons pulvérulens, les byssus, etc., sont composés de globules, comme il résulte des observations de Trembley (1), Schæffer (2), Cavolini (3) et autres. Il a été trouvé des globules dans la plupart des humeurs animales, dans le sang, le chyle, la salive, le suc pancréatique, la graisse, le sperme, le lait, par Leeuwenhoek (4),

(1) *Mém. pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce.* Leyde, 1744, p. 54.

(2) *Von den gruenen Armpolypen.* Ratisbonne, 1755, p. 21.

(3) *Ueber Pflanzenthiere des Mittelmeers*, p. 56.

(4) *Opera omnia seu Arcana naturæ*, Leyde, 1722.

Hewson (1), et tout récemment par Home, Prevost et Dumas. Rafn (2), G.-R. (3) et L.-C. Treviranus (4), etc., en ont également rencontré dans les sucs propres des plantes, surtout de celles qui sont lactescentes. Des globules de diverse nature se voient dans les cellules des végétaux. Tels sont ceux d'amidon qu'on trouve dans les cotylédons; l'albumen des graines céréales et les racines tubéreuses; les globules résineux de chlorophylle dans le parenchyme des feuilles, et les globules colorés dans les cellules des fleurs. Des globules semblables ont été aperçus aussi dans le tissu cellulaire, les membranes séreuses et muqueuses, le cerveau et les nerfs, les muscles, les tendons et les diverses glandes des animaux, par Leeuwenhoek, Hooke, Swammerdam, Della Torre, Prochaska, Fontana, etc., et dans ces derniers temps par Barba, Home, G.-R. Treviranus (5), Milne Edwards (6), Dutrochet (7), Prevost et Dumas (8), Hodgkins et Lister (9). Enfin on en découvre aussi dans les embryons de plantes et d'animaux qui se

(1) *Opus posthumum. Description of the red particles of the blood.* Londres, 1777.

(2) *Entwurf einer Pfleanzenphysiologie*, p. 91.

(3) *Ueber die Gefæsse und den Bildungssaft der Pflanzen*; dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 145.

(4) *Ueber den eigenen Saft der Gewæchse*; dans *Tiedemann's und Treviranus's Zeitschrift fuer Physiologie*, t. I, p. 147.

(5) *Ueber die organischen Elemente des thierischen Kœrpers*; dans *Vermischte Schriften*, t. 1, p. 117.

(6) *Sur la structure élémentaire des principaux tissus organiques des animaux*; dans *Archives générales de médecine*, 1823, t. III. — *Recherches microscopiques sur la structure intime des tissus organiques des animaux*; dans *Annales des sc. nat.*, 1824, t. IX, p. 362.

(7) *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux et sur leur motilité.* Paris, 1824.

(8) *Bibliothèque universelle des sciences et arts*, t. XVII.

(9) *Philosoph. magaz. and Annal. of philosophy*, n° 8, 1827.

forment, comme l'ont démontré Swammerdam (1), C.-F. Wolf (2), G.-R. Treviranus (3), Sprengel (4), L.-C. Treviranus (5), Link (6), Rudolphi (7), J.-F. Meckel (8), et plusieurs autres encore.

§ 55. Ces globules ou corpuscules propres aux corps organiques, dont on ne trouve point les analogues dans les minéraux, doivent être considérés comme les formes élémentaires de ces corps, comme les dernières molécules organiques douées d'une forme distincte qu'on puisse apercevoir en eux. Les matières organiques en général paraissent avoir la propriété de prendre la forme de globules dans certaines circonstances. C'est ce que l'on remarque principalement lorsqu'elles passent de l'état liquide à l'état solide. G.-R. Treviranus a vu se former, pendant la coagulation du blanc d'œuf, des globules qu'il n'avait point distingués dans l'albumine liquide. Prevost et Dumas ont observé le même phénomène sur de l'albumine dont ils avaient opéré la coagulation en la soumettant à l'action du pôle positif de la pile galvanique. Ce sont aussi des corpuscules globulaires qui paraissent d'abord quand des infusoires se forment au milieu de matières organiques en décomposition.

§ 56. Ces globules organiques élémentaires, dont le

(1) *Biblia naturæ*, p. 817. — Il a vu des globules sur de jeunes têtards de grenouille.

(2) *Theoria generationis*, t. II, p. 2, 16, 53.

(3) *Biologie*, t. III, p. 253, t. IV, p. 9.

(4) *Von dem Bau und der Natur der Gewæchse*. Halle, 1812, p. 71.

(5) *Vom inwendigen Bau der Gewæchse*, p. 2. *Beytræge zur Pflanzenphysiologie*, p. 1.

(6) *Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, p. 29. *Nachtraege*, p. 3.

(7) *Anatomie der Pflanzen*, p. 27.

(8) *Vergleichende Anatomie*, t. I, p. 40.

volume, la couleur et les autres qualités présentent tant de différences dans les liquides et solides des plantes et des animaux, forment la base des divers tissus dont la présence distingue les corps vivans des minéraux, dans lesquels on n'aperçoit absolument rien qui puisse leur être comparé. Les tissus animaux résultent des différens modes de disposition des globules. Ceux-ci sont rangés en séries et en lignes dans les tissus fibreux des nerfs, des muscles et des tendons. Ils sont étendus en forme de lamelles dans le tissu cellulaire et les membranes principalement composées de ce tissu, les séreuses, synoviales et muqueuses, de même que dans les parois des vaisseaux. On les trouve diversement réunis en masses dans les organes glandulaires, le foie, les reins, les glandes salivaires, le pancréas et les testicules.

§ 37. La réunion des tissus, dans des combinaisons, des dispositions et des formes extrêmement diversifiées, donne lieu aux parties que nous voyons exercer des fonctions diverses chez les corps organiques, pendant leur vie, et que nous désignons sous le nom d'organes pour l'exercice des différentes manifestations de la vie. On ne rencontre jamais de parties semblables dans les corps inorganiques.

§ 38. Enfin les corps organiques, du moins les plus compliqués, ont leur surface garnie d'une enveloppe, qui les limite, et qui entoure les diverses parties liquides et solides, organes, tissus et combinaisons de tissus, entrant dans leur composition. Cette enveloppe est appelée peau chez les animaux, et écorce chez les plantes. Les ouvertures plus ou moins grandes dont elle est criblée, permettent aux corps vivans d'absorber et d'expulser des substances dans le monde extérieur. On ne

trouve rien de semblable dans les minéraux. Les particules qui les constituent sont immédiatement à nu, et rien ne les sépare des milieux ambians.

§ 39. Toutes les parties qu'on trouve dans les corps organiques, et qui les constituent par leur réunion, tiennent ensemble par les liens d'une étroite causalité. Elles dépendent les unes des autres relativement à leur origine et à leur formation. Cette proposition ne découle pas seulement de ce qui a été dit plus haut, touchant le rapport des liquides aux solides, mais encore de la manière dont les corps organiques se forment au milieu des matières qui les produisent. La radicule sortant de la graine fécondée d'une plante, détermine l'accroissement de la tige, qui joue ensuite le même rôle à l'égard des feuilles et des fleurs. Les parties qui paraissent les premières sont la cause de la manifestation de celles qui surviennent plus tard. Ainsi, dans les embryons des animaux les plus compliqués, ce sont les deux appareils généralement répandus, le système nerveux et celui des vaisseaux sanguins, qui se forment d'abord, et de la formation desquels dépend celle de tous les autres.

Une relation pareille de cause à effet n'existe point entre les parties dont l'agrégation produit les minéraux. Quand un cristal se forme au sein d'un liquide, les particules qui le constituent s'unissent les unes aux autres d'après les seules lois de l'affinité et de la cohésion, sans que celles qui se rapprochent les premières exercent une action déterminante sur la formation et la disposition des autres, comme il arrive dans la formation des corps organiques.

§ 40. Les parties solides et liquides une fois produites et formées, demeurent, pendant leur durée, dans un état continuel de dépendance et de réciprocité d'ac-

tion (1), c'est-à-dire, qu'elles se comportent les unes à l'égard des autres comme cause et effet, ou, pour employer les expressions de Kant (2), comme moyen et but. Les liquides contenus dans des espaces déterminés de diverses espèces, et répandus entre les solides, se combinent avec ceux-ci, et passent de l'état liquide à l'état solide. Les solides, au contraire, se redissolvent, et retournent à l'état liquide. En outre, les liquides agissent sur les organes, qu'ils déterminent à produire des manifestations d'activité, de même que les organes réagissent à leur tour sur les liquides, les entretiennent en mouvement et modifient leurs propriétés. Toutes les parties d'une plante ou d'un animal contribuent, par leurs manifestations d'activité, à la conservation de l'individu, au plein exercice de ses facultés, et médiatement aussi au maintien de l'espèce. La durée des végétaux, à quelques exceptions près, dont il sera parlé plus tard, dépend de la racine, de la tige et des feuilles, qui toutes y contribuent par leurs fonctions spéciales. Ces parties et les fleurs, ou organes génitaux, qu'elles produisent, assurent la durée de l'espèce. Il en est de même chez les animaux. Les organes de la digestion, de l'absorption, de la respiration, de la circulation et de la sécrétion assurent, par le fait même de leurs manifestations d'activité, et leur propre conservation, et celle de l'appareil nerveux, des organes des sens et de l'appareil locomoteur, tout comme les fonctions de ceux-ci contribuent aussi à la conservation des autres organes et d'eux-mêmes. Les parties génitales, dont

(1) L'action réciproque des parties dans les corps vivans était déjà connue d'Hippocrate, puisqu'il a dit (*lib. de alimento*) : *Consensus unus, conspiratio una, consentientia omnia ;* et dans un autre endroit (*de locis in homine*) : *mihi quidem videtur principium corporis nullum esse, sed omnia similiter principium et omnia finis.*

(2) *Kritik der Urtheilskraft*, t. II p. 292.

l'existence et les fonctions dépendent des autres appareils de l'individu, ne réagissent pas sur eux comme cause, ne sont point nécessaires à la conservation de l'individu, mais assurent celle de l'espece par leurs manifestations d'activité. Toutes les parties qui entrent dans la composition d'un corps organique, avec leurs qualités et manifestations d'activité, sont donc dans une dépendance mutuelle les unes des autres, et constituent un ensemble parfait, de maniere que l'activité particulière appartenant à l'individu et à l'espece se trouve conservée par-là.

Les particules homogènes qui constituent un cristal, et qui sont unies par cohésion, n'ont point cette réciprocité d'action les unes par rapport aux autres, ainsi que l'a démontré Bichat (1). Elles ne jouent pas mutuellement le rôle d'agent conservateur et de cause, relativement à leurs qualités, comme il arrive aux parties d'un corps organique.

§ 41. Comme les diverses parties solides et liquides qui existent dans un corps organique sont dans un rapport intime les unes avec les autres, et que leur durée a pour condition la réciprocité d'action des parties qui les constituent, la plupart des corps vivans, notamment tous ceux qui sont composés, ne se prêtent point à la division, qui les prive de l'existence et de leur activité propre. Les corps organiques sont donc, dans l'acception rigoureuse du mot, des individus, des corps qui ne peuvent point être partagés, attendu que la division anéantit en eux la vie.

A la vérité, il existe plusieurs corps organiques qui sont susceptibles d'être divisés jusqu'à un certain degré, sans que cette opération compromette leur existence.

(1) *Anatomie générale. Introduction*, p. 23.

De ce nombre sont beaucoup de plantes, surtout vivaces, et, parmi les animaux, les polypes, certains radiaires et les vers. Cette circonstance ne détruit pas ce qui vient d'être dit, que l'indivisibilité est un caractère des corps vivans. D'un côté, beaucoup de plantes, à l'instar des polypes, représentent une réunion ou collection sur un seul tronc de plusieurs organismes plus petits, qui peuvent continuer à vivre après qu'on les a détachés de leur souche. D'un autre côté, toutes leurs parties offrent une certaine uniformité d'organisation et d'action, et une telle indépendance, qu'elles peuvent subsister chacune à part, et produire ou régénérer par leur propre activité les parties nécessaires à la perfection de l'espèce. Le caractère de l'individualité se prononce d'autant mieux, dans les corps organiques, que leur structure est plus compliquée, et que leurs manifestations d'activité sont plus variées. Moins, au contraire, les parties qui entrent dans leur composition présentent de différence, ou plus elles se ressemblent, et moins on aperçoit de diversité dans leurs actions, moins aussi le caractère de l'indivisibilité est sensible, et plus la liaison des parties en un organisme unique est faible, parce que les parties similaires ont davantage les conditions de leur existence en elles-mêmes, et dépendent moins les unes des autres.

Quant aux corps inorganiques, ils ne forment point des individus, puisqu'ils résultent d'un assemblage de particules homogènes, n'ayant aucun rapport de production ou de conservation les unes avec les autres, comme les différentes parties des corps organisés. Les corps inorganiques peuvent donc subsister après avoir été divisés en morceaux. Chaque morceau d'un cristal qu'on a cassé subsiste tout aussi bien que s'il se trouvait

uni aux autres (1). Les corps inorganiques ne peuvent pas non plus, comme beaucoup de corps vivans simples qui sont divisibles sans perte de leur existence, reproduire ou régénérer par une force propre les parties qui leur ont été soustraites.

§ 42. Si nous avons égard, relativement à la forme et à la composition des corps, aux changemens qu'ils éprouvent pendant leur existence, à leur durée, à leur mode d'origine et à leurs rapports avec les influences extérieures, nous découvrons également des différences considérables entre ceux qui sont organisés et ceux qui ne le sont pas.

La forme et l'agrégation de tous les corps vivans varient, pendant leur existence, à des époques déterminées, et d'après des lois ayant leur fondement en eux. Tous les végétaux et animaux naissent sous une forme très-simple, et, au moment de leur origine, ils sont composés, dans l'intérieur, d'un petit nombre de parties ayant une configuration simple. Peu à peu, à mesure que leur volume augmente, leur forme et leur agrégation deviennent plus compliquées. Tous parcourent des périodes de développement. Nous observons en outre que la plupart d'entre eux éprouvent peu à peu, par les progrès de l'âge, un affaissement dans leur forme,

(1) C'est ce que Richerand a parfaitement exprimé en ces termes : « Toutes les parties d'un corps vivant, soit végétal, soit animal, tendent et concourent à un but commun, la conservation de l'individu » et de l'espèce; chacun de leurs organes, quoique doué d'une action » particulière, agit pour remplir cet objet; et de cette série d'actions » concurrentes et harmoniques résulte la vie générale ou la vie proprement dite. Au contraire chaque partie d'une masse brute ou inorganique est indépendante des autres parties, auxquelles elle n'est unie » que par la force ou l'affinité d'agrégation; lorsqu'elle en est séparée, » elle existe avec toutes ses propriétés caractéristiques, et ne diffère que par son volume de la masse à laquelle elle a cessé d'appartenir. »

et des changemens dans la composition de leurs liquides et de leurs solides.

Les cristaux ne présentent point, dans leur forme et leur agrégation, de changemens qu'on puisse considérer comme des résultats d'un développement ou de périodes d'âge; ils n'en subissent aucun dont la cause soit en eux-mêmes et tienne à leur durée.

§ 43. Tous les corps organiques, plantes comme animaux, ont, pour leur configuration et leur agrégation, une certaine durée, qui varie beaucoup suivant les genres, les espèces et les individus, mais qui néanmoins dépend principalement de circonstances inhérentes à eux-mêmes. La durée de la forme et de l'agrégation des corps inorganiques, des cristaux, n'est point astreinte à une période déterminée; quand elles viennent à être détruites; c'est surtout par l'effet de circonstances qui leur sont extérieures.

§ 44. La production de nouvelles formes organiques d'une espèce est le résultat de manifestations d'activité de formes déjà existantes. Ces manifestations d'activité, que l'on appelle génération, ne sont point des effets de l'affinité chimique et de la cohésion, mais d'une force particulière, appartenant aux corps organiques, qui se montre avec des modifications spéciales dans les diverses espèces de corps vivans, se propage ou s'épanche dans le produit pendant l'acte générateur, et en dirige la forme et l'agrégation de telle manière qu'il ne se forme ou se produise que des êtres de la même espèce.

Au contraire, la production de nouvelles formes cristallines suppose la destruction, l'anéantissement et la dissolution dans un liquide de cristaux déjà existans. Ces nouvelles formes, qui se sont développées d'après les simples lois de l'affinité et de la cohésion, aux dépens

des matériaux de l'ancienne dissous dans un liquide, peuvent être fort différentes. En effet, les recherches de Mitscherlich (1) ont appris qu'un corps composé de mêmes principes, en mêmes proportions, peut acquérir des formes diverses. La forme cristalline ne dépend donc pas de la nature des atomes, mais de leur nombre et de leur mode d'agrégation. Des atomes en même nombre produisent une même forme cristalline quand ils sont réunis de la même manière.

§ 45. La forme et l'agrégation des corps organiques ne peuvent subsister et jouir d'une certaine durée qu'à la condition d'une réciprocité d'action avec les choses extérieures, et surtout à celle d'un changement continuel qui s'ensuit dans leur substance matérielle. Tous les corps organiques puisent autour d'eux et attirent des principes constituans de l'air, de l'eau et des alimens, qu'ils font entrer dans leur composition et dans leur forme. En même temps ils éliminent différentes matières de leur composition et de leur forme. C'est seulement aussi long-temps que durent cet échange et ce renouvellement de matériaux, qu'ils persistent dans la forme et l'agrégation qui leur sont propres.

Au contraire, la subsistance et la durée de la forme et de l'agrégation des corps inorganiques, des cristaux, supposent que leur composition est dans un repos absolu, et qu'il ne s'y opère aucun changement. Si des choses extérieures ayant une plus grande affinité avec leurs matériaux, viennent à agir sur eux, ils se combinent avec elles d'après les lois de l'affinité, et de là résultent la destruction et l'anéantissement de leur forme et de leur agrégation. Un renouvellement de matière, qui est absolument nécessaire pour que les corps orga-

(1) *Konigl. Vetensc. Acad. Handling.* 1821, p. 4.

niques subsistent, exerce donc une action destructive sur les corps inorganiques.

§ 46. Du parallèle qui vient d'être établi entre la forme et l'agrégation des corps organiques et celles des corps inorganiques, ressortent donc des différences essentielles. Tous les corps organiques ont une forme régulière, terminée par des lignes onduleuses et des surfaces qui ne sont pas planes. Tous résultent d'un assemblage de parties hétérogènes, liquides et solides, ayant un mode particulier de disposition et de distribution, et liées ensemble de manière à produire un tout harmonique, c'est-à-dire, engagées dans une réciprocité d'action nécessaire à la conservation de l'individu. La forme et l'agrégation se commandent mutuellement: la destruction de l'une entraîne celle de l'autre. Tous les corps organiques conservent leur forme et leur agrégation en vertu d'une activité intérieure, sous l'influence d'actions extérieures, et au milieu de changemens continuels dans leur substance matérielle ou dans leur composition. Ils se développent les uns des autres, se produisent eux-mêmes, se forment et se conservent par leur activité propre, sont assujettis à des changemens réguliers, et jouissent d'une certaine durée.

Ainsi, ces corps constituent des êtres à part, dont les diverses parties, avec leurs différentes qualités, ont une configuration et une agrégation telles, qu'il peut résulter de là et qu'il en résulte effectivement unité, harmonie, concours d'action dans un but commun, la conservation de l'individu et de l'espèce. Ils sont relativement plus parfaits (1) que les corps inorganiques.

(1) La perfection absolue appartient à tout être quelconque, puisque chacun est ce qu'il doit être d'après les lois de la nature. Mais les divers groupes d'êtres présentent des différences sous le rapport de la perfection relative. Bonnet (*Contemplat. de la nature*, t. II, ch. 2),

Leur plus grande perfection relative s'exprime par le nombre plus considérable des diverses parties et matières qui entrent dans leur composition, ainsi que par la connexion plus intime et la réciprocité d'action plus précise qui existent entre toutes ces parties et matières, de sorte qu'on ne peut méconnaître une conspiration tendant à un but ou à l'unité de but.

§ 47. Si enfin nous posons la question de savoir sur quoi repose la propriété qu'ont les corps organiques de présenter cette disposition, cette combinaison et cette réciprocité d'action, dans les parties dont ils sont composés, nous n'avons d'autre réponse à faire, sinon qu'on doit la chercher dans leur substance matérielle même, dans la matière organique. Tous les organismes proviennent, autant que nous en pouvons juger d'après l'observation, de matières organiques, qui se montrent à nous comme étant susceptibles d'organisation. Tantôt ils se forment aux dépens de la matière d'un individu organique dont la putréfaction s'est emparée, ainsi qu'on le voit dans le cas de génération spontanée, où les organismes qui se développent varient en raison des in-

s'est exprimé très-exactement à cet égard, de la manière suivante : « Tous les êtres sont parfaits, considérés en eux-mêmes ; tous ré- « pondent à une fin. Les déterminations et les qualités propres à « chaque être sont les moyens relatifs à cette fin. Si ces détermina- « tions changeaient, elles ne seraient plus en rapport avec la fin, « et il n'y aurait plus de sagesse. Mais à une fin plus noble répondent « les moyens plus relevés. L'être appelé à remplir cette fin est enri- « chi de facultés qui lui sont assorties. Considérés sous ce point de « vue, ces êtres nous offrent différens degrés de perfection relative. « La mesure de cette perfection est dans les rapports que chaque être « soutient avec le tout. L'être dont les rapports au tout sont plus va- « riés, plus multipliés, plus féconds, possède une perfection plus « relevée. » Nous apprécions la perfection relative d'un corps organique par la multiplicité, la diversité et le développement de ses parties. Quand nous apercevons une grande diversité dans la conformation organique, constamment aussi nous voyons une grande variété et une grande combinaison dans les manifestations de la vie.

fluences extérieures auxquelles sont soumises les matières organiques. Tantôt des organismes ou des tissus organiques se forment d'une manière déterminée, et avec une forme également déterminée, au sein de matières organiques liquides, produites par les manifestations d'activité d'organismes déjà existans, ainsi qu'on l'observe dans la génération proprement dite, et dans les actes de développement, de formation et de nutrition. Chaque espèce d'animal et de végétal offre une organisation qui lui est propre, et possède la faculté de se conserver, malgré le caractère périssable et le renouvellement continuel des individus. Si l'on cherche à découvrir d'où provient cette qualité des espèces animales et végétales, on se perd dans les régions de l'inconnu. Nous n'en savons pas plus sur l'origine des premiers individus d'une espèce animale ou végétale, que sur celle des matières organiques à la surface de notre planète. Provisoirement nous désignerons la faculté ou force que les matières organiques ont de prendre la forme et l'agrégation organiques en certaines circonstances sous le nom de force plastique ou d'organisation, et nous la regarderons comme une qualité propre à ces matières, de manière que nous considérerons l'agrégation par le fait de l'attraction purement mécanique ou chimique, comme une qualité particulière de la matière inorganique.

SECTION DEUXIÈME.

PARALLÈLE ENTRE LES MANIFESTATIONS D'ACTIVITÉ DES CORPS ORGANIQUES ET CELLES DES CORPS INORGANIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

Des manifestations d'activité communes aux corps organiques et inorganiques, et de leurs modifications dans les premiers.

§ 48. Les manifestations d'activité des corps inorganiques peuvent se réduire à la répulsion et à l'attraction. La première se manifeste par l'impénétrabilité et l'étendue ; la seconde par l'attraction mécanique, la pesanteur, la cohésion, l'adhésion et l'affinité chimique. Les physiciens désignent sous le nom d'attraction et de répulsion les causes inhérentes aux corps d'où ces phénomènes dépendent. Ils ont trouvé une grande partie des lois d'après lesquelles ces forces agissent, sans avoir pu en découvrir la cause fondamentale.

§ 49. Des phénomènes ou manifestations d'activité semblables s'observent dans les corps vivans. Tous sont étendus et pesans ; la cohésion et l'adhésion s'exercent dans tous, et dans tous aussi on voit le jeu des affinités chimiques. Mais ces phénomènes, quoique effets des forces physiques générales, sont modifiés par les manifestations d'activité propres aux corps organiques qu'on appelle vie, et par des forces d'une espèce parti-

culière, les forces organiques. Toutes les propriétés physiques et chimiques des plantes et des animaux, la manière dont ils remplissent l'espace, leur étendue, leur cohésion, les affinités chimiques qui se déploient en eux, dépendent plus ou moins des forces organiques dont ils sont animés. Ce qui le prouve déjà, c'est que les plantes et les animaux sont produits par d'autres corps vivans de la même espèce qu'eux, et que toutes leurs qualités, la forme, les particularités de pesanteur, d'adhésion et de cohésion, la forme et la composition de leurs parties, enfin le mode de leur activité propre, sont déterminés par les forces organiques des corps qui les procréent. Nous ne connaissons pas un seul corps vivant qui soit né par l'action de forces purement physiques ou chimiques. Toutes les qualités des corps organiques doivent donc être considérées comme des effets de la vie. Ceux même des phénomènes observables en eux qui leur sont communs avec les corps inorganiques, reçoivent des modifications de leur activité spéciale, et doivent être considérés comme subordonnés aux forces organiques.

§ 50. Le poids des divers corps vivans dépend de leur vie, et varie suivant les périodes de l'âge, l'état des fonctions nutritives, et diverses influences, tant extérieures qu'intérieures, qui modifient les manifestations d'activité de ces fonctions. La pesanteur spécifique de toutes leurs parties solides et liquides est sujette aussi à des changemens continuels pendant le cours de leur existence. Les liquides contenus dans les divers espaces, cavités ou vaisseaux des plantes et des animaux, ne sont pas distribués d'après la seule loi de la gravitation; souvent ils se meuvent en sens inverse de leur pesanteur, et leur mode de mouvement et de distribution dépend de leurs manifestations de vie.

§ 51. Le degré de cohésion, d'adhésion et de consistance des corps organiques, de toutes leurs parties liquides et solides, varie extrêmement selon la durée de leur existence et suivant leurs manifestations d'activité. Les plantes et animaux ont peu de cohésion et de consistance dans les premiers momens de leur existence. Ces propriétés deviennent plus prononcées en eux à mesure qu'ils se développent, et la plupart du temps elles atteignent leur *maximum* dans l'âge avancé. Diverses influences, qui modifient leurs manifestations de vie, la chaleur, la lumière, l'air, l'eau et les alimens, produisent des changemens dans leur cohésion. Celle-ci change même par l'effet de leur activité intérieure, comme on le voit particulièrement dans la contraction des muscles. Il en est de même à l'égard des affinités chimiques qui se rencontrent dans les corps vivans. La composition de ces corps, tant dans leur ensemble que dans leurs diverses parties, avec tous les changemens qui ont lieu pendant l'existence des corps organiques, doivent être considérés comme des effets de la vie (1).

La chaleur ne se répand pas non plus dans les corps vivans de la même manière et d'après les mêmes lois que dans les corps sans vie. La plupart des animaux

(1) C'est ce que Berzelius (*Traité de chimie, trad. par A.-J.-L. Jourdan,* t. V), a reconnu aussi, quand il a dit : « Les élémens paraissent obéir, dans les corps vivans, à d'autres lois que dans les « corps morts ou sans vie. Par conséquent les produits de leur action « réciproque sont d'une autre espèce que ceux des corps qui ne « jouissent pas de la vie. La cause de cette différence s'est soustraite « jusqu'à présent à nos recherches, et nous l'attribuons à une force « de nature particulière, qui n'appartient qu'aux corps vivans, la « force vitale. Ce quelque chose est placé tout-à-fait en dehors des élémens inorganiques, ce n'est point une de leurs qualités originelles, « comme la pesanteur, l'impénétrabilité, la polarité électrique, etc. ; « mais nous ne concevons ni ce que c'est, ni comment il naît ou « finit. »

conservent la température qui leur est propre, quoique celle des milieux ambians soit différente.

§ 52. Lors même que la vie des corps organiques est éteinte, nous devons considérer les qualités qu'ils possèdent encore depuis la mort jusqu'à la résolution complète de l'organisation, comme étant les résultats des forces organiques dont l'action s'est déployée en eux. Bichat, outre les forces de la vie, admettait, dans les corps organiques, des qualités particulières, parmi lesquelles il rangeait l'extensibilité, la contractilité et l'élasticité des tissus, et qu'il regardait comme inhérentes à leur texture et à la disposition des molécules dont ils sont composés. Il les croyait indépendantes de la vie, parce qu'elles persistent après la mort, et qu'elles ne sont anéanties qu'après l'établissement de la putréfaction et la destruction des organes. Il ajoutait que la vie accroît bien leur énergie, mais qu'elle n'en est point la cause. Ces propriétés sont aussi des effets des forces que la vie avait mises en jeu, car les tissus qui les possèdent ont été produits pendant la vie et par elle. Les qualités qui leur sont inhérentes encore après la mort résultent de leur composition et de leur texture, qui ont été produites par des manifestations de la vie. Dès que les affinités chimiques prennent le dessus dans les corps morts, pendant la fermentation et la putréfaction, ces propriétés des tissus disparaissent aussi, et sont détruites comme derniers restes des effets de la vie.

§ 53. Il résulte de là que les qualités des corps organiques, tant celles qu'on observe pendant la vie que celles qui persistent encore après la mort, doivent être considérées comme des effets et des résultats de forces spéciales, qui n'exercent leur action que là. Tous les phénomènes de ces corps, même ceux des forces physiques générales, sont produits ou modifiés par la vie et

ses forces. Reil (1) avait donc raison de dire que, dans un organe vivant, rien n'est mort, pas même l'élasticité, et que tout y est modifié par ce que nous appelons vie.

Les manifestations de la vie, telles que nous les connaissons, sont inexplicables par les lois générales de la physique (2). Ni la force de répulsion, ni celle d'attraction, avec toutes leurs modifications, ne suffisent, d'après les recherches faites jusqu'à ce jour, pour expliquer la vie. Plus d'une fois déjà on a tenté en vain de déduire la vie des lois de la mécanique, de la physique et de la chimie. Cette erreur a été commise par les physiologistes et médecins des écoles iatromécanique et iatrochimique. Dans tous les temps, des naturalistes distingués l'ont reconnue, et se sont élevés contre elle. Peut-être la difficulté d'expliquer les manifestations d'activité des corps vivans par les lois des autres forces de la nature, dépend-elle de la connaissance imparfaite qu'on a des phénomènes naturels en général; mais, tant qu'on n'aura point réussi à s'en rendre raison

(1) *Archiv fuer die Physiologie*, t. VII, p. 438.

(2) Buffon (*Histoire nat.*, t. II, p. 50), dit : « J'avoue que je pense « bien différemment de ces philosophes ; il me semble qu'en n'admet- « tant qu'un certain nombre des principes mécaniques, ils n'ont pas « senti combien ils rétrécissaient la philosophie, et ils n'ont pas vu « que, pour un phénomène qu'on pourrait y rappeler, il y en avait « mille qui en étaient indépendans. L'idée de ramener l'explication de « tous les phénomènes à des principes mécaniques, est assurément « grande et belle ; ce pas est le plus hardi qu'on pût faire en philoso- « phie, et c'est Descartes qui l'a fait; mais cette idée n'est qu'un pro- « jet.... Le défaut de la philosophie d'Aristote était d'employer comme « causes tous les effets particuliers; celui de celle de Descartes est de « ne vouloir employer comme causes qu'un petit nombre d'effets gé- « néraux, en donnant l'exclusion à tout le reste. Il me semble que la « philosophie sans défaut serait celle où l'on n'emploierait pour causes « que des effets généraux, mais où l'on chercherait en même temps « à en augmenter le nombre, en tâchant de généraliser les effets par- « ticuliers. »

de cette manière, nous sommes en droit de les attribuer provisoirement à des forces d'une espèce particulière.

CHAPITRE II.

Des manifestations d'activité propres aux corps organiques et inorganiques.

§ 54. Tous les corps organiques, plantes et animaux, sont dans un état continuel d'activité, et incessamment soumis à des changemens. C'est là le phénomène le plus général que l'on observe en eux. Si nous le soumettons à l'analyse, nous reconnaissons qu'il y a des manifestations d'activité et des changemens qui ont lieu sans interruption pendant l'existence de chaque corps organique, d'autres qui n'arrivent qu'une fois et ne se représentent plus, plusieurs enfin qui ne se manifestent qu'à certaines époques.

§ 55. Parmi les manifestations d'activité qui persistent continuellement dans chaque individu organique, se range la nutrition, ou faculté dont cet individu jouit de se maintenir lui-même dans l'état de composition chimique, d'organisation et d'activité qui lui est propre. Si l'on cherche au moyen de quels actes les individus se conservent, on trouve que ce sont les suivans :

1° Prise dans le monde extérieur de matériaux liquides ou solides, à titre d'alimens, qui s'exécute par absorption ou par des mouvemens particuliers ;

2° Absorption de substances gazeuses dans les mi-

lieux qui les environnent, et expulsion de leurs matériaux sous la même forme; respiration;

3° Conversion des alimens ou des corps gazeux qu'ils ont absorbés en une masse semblable à celle de leurs propres humeurs; assimilation;

4° Mouvement des humeurs à travers les interstices des parties solides;

5° Conversion des humeurs en solides, ou combinaison de ces humeurs avec les parties solides, et conservation des propriétés de celles-ci; nutrition proprement dite;

6° Enfin, préparation de liquides particuliers aux dépens de leurs humeurs; sécrétion.

Telles sont les opérations que l'on observe plus ou moins distinctement, et à un degré plus ou moins prononcé, dans tous les corps vivans, plantes et animaux, et que l'on désigne sous le nom de fonctions nutritives. C'est par elles que ces corps se maintiennent pendant un certain temps en possession des propriétés dévolues à l'espèce dont ils font partie. La nutrition proprement dite, condition de leur durée, s'exerce sans interruption dans tous, quoique souvent elle n'y ait lieu qu'à un très-faible degré. Les autres manifestations d'activité qui concourent à la conservation de l'individu éprouvent fréquemment des interruptions plus ou moins longues, comme il arrive entre autres pendant l'hibernation d'une foule de plantes et d'animaux. En général, les intervalles que l'on observe, dans les divers groupes de corps vivans, sont d'autant plus rares et plus courts, que l'organisation de ces corps est plus compliquée, et que leurs manifestations d'activité ont davantage d'intensité.

§ 56. Les matières que les corps vivans puisent hors

d'eux pour accomplir leur nutrition, sont des principes constituans de l'air, de l'eau, et des matières organiques tantôt simples, tantôt composées. Les substances organiques sont spécialement désignées sous le nom d'alimens. Les corps vivans se servent à eux-mêmes d'aliment, c'est-à-dire, qu'ils se dévorent mutuellement; ou bien ils se nourrissent d'excrétions organiques; ou enfin ils subsistent avec des matières provenant de la décomposition et de la dissolution de corps morts. Par conséquent, le composé de combinaisons particulières qui constitue la substance matérielle des corps organiques, et que nous avons désigné précédemment sous le nom de matière organique, est la source principale à laquelle les corps vivans puisent les matériaux de leur nutrition (1). Ces combinaisons organiques, qui passent d'un corps vivant dans les autres, ont en elles-mêmes les qualités nécessaires pour pouvoir reprendre la forme organique, et reparaître à la vie par les manifestations d'activité des corps vivans. Les alimens sont des matières aptes à vivre, qui changent continuellement de forme par l'action des corps vivans.

Il n'y a point d'alimens pour les corps inorganiques ou sans vie, pendant la durée desquels aucun échange ou renouvellement de matériaux ne s'opère.

§ 57. L'introduction des alimens est accomplie par des manifestations particulières d'activité des corps vivans. La plus générale de ces manifestations, qu'on ob-

(1) Buffon dit avec vérité (*Hist. natur.* t. II, p. 306) : « La matière qui sert à la nutrition et à la reproduction des animaux et des « végétaux est la même; c'est une substance productive et universelle, « composée de molécules organiques toujours existantes, toujours « actives, dont la réunion produit les corps organisés. La nature tra- « vaille toujours sur le même fond, et ce fond est inépuisable; mais « les moyens qu'elle emploie pour le mettre en valeur sont différens « les uns des autres. »

serve aussi bien chez les végétaux que chez les animaux, est l'absorption. Les plantes ne font qu'absorber leurs matières alimentaires sous forme liquide, et la plupart d'entre elles au moyen d'organes spéciaux, les racines. Chez les animaux, l'alimentation s'opère aussi principalement par l'absorption, tant qu'ils sont encore renfermés dans l'œuf; mais, après la sortie des membranes de l'œuf, la bouche devient l'ouverture principale par laquelle l'animal ingère les alimens sous forme liquide ou solide, et alors c'est seulement à l'intérieur du corps, dans le sac alimentaire, que l'attraction des parties nutritives a lieu par absorption. Mais l'introduction des substances alimentaires dans la bouche est accomplie par une série de mouvemens spéciaux, sur lesquels nous reviendrons plus tard.

Aucun minéral ne reçoit en lui-même de matières qui y soient introduites par l'absorption ou à l'aide de mouvemens, dans l'intérêt de sa conservation.

§ 58. Les alimens que les plantes et les animaux introduisent en eux-mêmes par l'absorption, et les animaux en outre par la bouche, ne passent pas dans la masse des solides d'une manière immédiate et sans éprouver préalablement des changemens. Avant de se combiner avec les organismes dans la composition desquels ils doivent entrer, et de participer à leurs qualités vitales, ils acquièrent, dans certains espaces, les propriétés appartenant aux liquides ou sucs formateurs de ces mêmes organismes. La conversion des alimens en la masse propre des corps vivans est connue sous le nom d'assimilation.

Plusieurs faits parlent en faveur de l'assimilation des matières alimentaires absorbées par les racines ou par d'autres organes des plantes. On sait que les plantes les plus différentes sous le rapport de la formation et de la

composition germent, croissent et produisent des combinaisons particulières dans le même sol et sous l'influence des mêmes matériaux nutritifs. On voit aussi des branches de diverses variétés de plantes se couvrir de feuilles, fleurs et fruits qui leur sont propres, après avoir été greffées sur un même tronc, quoiqu'elles s'alimentent, comme ce dernier, avec le liquide nourricier pompé par ses racines. Il suit de là que le grossier liquide du sauvageon a besoin d'être assimilé, par les manifestations d'activité spéciales de la greffe, à la masse des humeurs de cette dernière, avant de pouvoir se combiner avec ses parties solides et participer à ses qualités. Chaque espèce de plantes prépare, avec les substances alimentaires, un liquide nourricier propre et doué de qualités spécifiques, qui est en état de prendre la nature de ses parties solides.

Les alimens des animaux ne sont pas non plus de nature à pouvoir immédiatement passer dans leurs parties solides et se montrer doués de leur organisation et de leurs manifestations d'activité. Ils ont besoin de subir diverses élaborations, et de se convertir en liquide proprement dit, pour jouir de cette propriété. D'ailleurs, les animaux les plus disparates prennent souvent les mêmes alimens, ce qui n'empêche pas chacun de conserver l'organisation et la composition qui lui sont propres, et d'exercer ses manifestations particulières d'activité.

§ 59. L'assimilation des alimens s'accomplit par deux voies. D'une part, elle a lieu au moyen de liquides que les corps organiques ajoutent aux alimens, dans les espaces où ils les reçoivent, et par l'influence desquels ils modifient les propriétés que ces substances possèdent, en les rapprochant davantage des leurs propres. D'un autre côté aussi elle résulte de ce que les alimens mêlés

avec les sucs qui y ont été ajoutés sont exposés à l'action de l'air atmosphérique, dont ils absorbent une partie, en lui abandonnant certains matériaux. On appelle le premier acte assimilation dans les premières voies, et le second assimilation par la respiration. Ces deux opérations sont des manifestations spéciales d'activité que les corps vivans peuvent seuls exercer, et qui manquent totalement aux corps privés de la vie.

§ 60. Chez les corps organiques de la plus simple espèce, qui sont composés uniquement de tissu cellulaire ou de mucus, comme les cryptogames et quelques animaux privés d'ouverture buccale, l'assimilation des alimens dans les premières voies se fait immédiatement au sein même de ce tissu ou mucus, qui les a aussi introduits en lui-même, sous forme liquide, par la voie de l'absorption. Chez les corps vivans plus composés, au contraire, il existe des espaces particuliers dans lesquels les alimens se rendent, et où ils sont assimilés. Ce sont, dans les plantes, les conduits séveux qui montent des racines; chez les animaux, une cavité en forme de sac, le canal alimentaire, digestif ou intestinal, dans lequel les alimens s'accumulent, et où leur assimilation est effectuée par l'addition d'humeurs sécrétées.

Les corps organiques ne contiennent pas de pareilles cavités, qui se remplissent de matières prises au dehors, et les convertissent peu à peu en une substance ayant la même composition qu'eux.

§ 61. Tous les corps organiques, plantes et animaux, sont en réciprocité d'action avec les milieux qu'ils habitent. Ils puisent, soit immédiatement dans l'atmosphère, soit dans l'air mêlé avec l'eau, des matériaux qui se combinent avec la masse des humeurs; mais d'un autre côté ils restituent à ces mêmes milieux certains matériaux de leurs liquides. On donne le nom de res-

piration à cet échange de matières aériformes ou vaporeuses. Chez les végétaux et les animaux de l'espèce la plus simple, les cryptogames, les polypes, les méduses, etc., il n'existe point d'organes spéciaux pour l'accomplissement de la respiration, qui s'opère par leur surface entière. Au contraire, ceux dont l'organisation est plus compliquée, non-seulement respirent par la croûte ou membrane qui les limite à l'extérieur, mais encore sont pourvus d'organes particuliers pour cette fonction. On trouve des poumons ou des trachées aériennes dans les animaux qui respirent l'air, et des branchies ou des trachées aquifères dans ceux qui respirent l'eau. C'est par la respiration que le liquide nourricier préparé avec les matières alimentaires dans les premières voies, acquiert les qualités nécessaires pour passer, comme suc formateur ou nutritif, dans la masse des parties solides, se combiner avec ces parties, admettre leur mode d'agrégation organique, et jouir de leurs manifestations vitales d'activité. La respiration est une opération organique, de la continuité de laquelle dépend l'existence des corps vivans, en ce sens que sans elle ils ne peuvent point se nourrir ni avoir la capacité de produire leurs manifestations d'activité.

La réciprocité d'action avec les milieux qui les entourent n'est point nécessaire à la conservation des corps inorganiques, et il ne se fait point chez eux d'échange de matériaux aériformes qui soit une condition de leur existence. Nous devons donc considérer la respiration comme une manifestation d'activité appartenant exclusivement aux corps organiques.

§ 62. Pour que les alimens, après avoir été introduits du dehors dans divers espaces et canaux des corps organiques, puis convertis, par les actes de l'assimilation, en liquide nourricier ou formateur, puissent passer dans

les parties solides et servir à leur nutrition, il faut qu'ils soient conduits à ces parties, et qu'ils se distribuent dans le corps. La nutrition suppose donc des mouvemens dans les liquides nourriciers. Chez les plantes, les liquides absorbés et assimilés sont en mouvement : le suc grossier que les racines pompent monte le long de la tige, dans des vaisseaux particuliers, et gagne ainsi les feuilles, où, par l'influence de l'air atmosphérique, il se convertit en suc nourricier ou formateur, proprement dit. Des vaisseaux particuliers reprennent ce suc dans les feuilles, et vont le distribuer à toutes les parties de la plante.

Chez tous les animaux, les alimens, parvenus dans le sac alimentaire ou le canal intestinal, par une série de mouvemens particuliers, sont mus par les contractions et dilatations alternatives des parois de ce sac. Soit qu'ils se trouvent déjà par eux-mêmes à l'état liquide, soit qu'ils aient été liquéfiés, pendant leur séjour dans ce canal, par les humeurs qui se mêlent avec eux, après avoir subi une assimilation de la part de ces humeurs, ils sont absorbés, et chez la plupart des animaux, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les crustacés, les arachnides, les insectes, les mollusques, les annélides et les radiaires, ils passent dans des vaisseaux d'une espèce particulière. Ces vaisseaux, qui se ramifient dans le corps de l'animal, communiquent avec toutes les parties de son corps. Leurs troncs et ramifications sont tellement unis ensemble, que le liquide qu'ils contiennent peut s'épancher de l'un dans les autres. La jonction des divers troncs est opérée, chez le plus grand nombre des animaux, par un muscle creux, continuellement agité d'un mouvement alternatif de contraction et d'expansion, et appelé cœur.

Le liquide préparé avec les alimens, et qui remplit

le système vasculaire, ou le sang, est dans un état de mouvement continuel. D'un côté, il sort du cœur ou des gros troncs par des vaisseaux particuliers, les artères, qui se ramifient dans le corps; de l'autre côté, il y revient par des vaisseaux qui partent des extrémités des artères, se réunissent peu à peu en troncs plus volumineux, et portent le nom de veines. Le liquide que le système vasculaire contient est continuellement soumis à l'influence de l'air atmosphérique dans une portion de ce même système qui se distribue aux organes respiratoires, tandis que celui qui se trouve dans la portion du système vasculaire dont les ramifications se répandent dans tous les autres organes, sert à la nutrition de ces derniers, et fournit à plusieurs d'entre eux les matériaux d'humeurs particulières qu'ils sécrètent. Chez les animaux d'une structure simple, les polypes, les entozoaires et quelques autres, dans lesquels on n'a point encore pu découvrir de système vasculaire pour le mouvement des humeurs, le liquide nourricier assimilé se meut du canal alimentaire dans le parenchyme même du corps avec lequel il se combine.

Ainsi on trouve, chez tous les corps organiques, des mouvemens de liquides dans certains espaces particuliers et dans des directions déterminées, d'où dépend l'entretien de leur existence, parce qu'ils sont une condition des actes de la nutrition. Des mouvemens de cette sorte n'ont encore été observés jusqu'à présent dans aucun corps inorganique. C'est pourquoi nous devons les considérer comme une manifestation d'activité appartenant d'une manière spéciale aux corps vivans, comme un phénomène vital.

§ 63. Une autre manifestation d'activité qui appartient aussi aux corps organiques, végétaux et animaux, est le passage du liquide nourricier dans les parties

solides, dont il prend la composition, l'organisation et les propriétés vitales. Dans les plantes, notamment celles d'une structure compliquée, les monocotylédonées et les dicotylédonées, le suc formateur coagulable qui a été préparé dans les feuilles avec le suc nourricier grossier, est repris par des vaisseaux particuliers, distribué par eux dans le corps, et employé à la nutrition et à l'accroissement des parties solides. Chez les animaux qui sont pourvus d'organes spéciaux pour le mouvement des humeurs, le liquide nourricier préparé avec les alimens et converti en sang par la respiration, est conduit à tous les organes par des vaisseaux. Chaque organe s'approprie des matériaux du sang, qu'il fait entrer, par son activité propre, dans le cercle de sa composition et de son agrégation; après quoi il manifeste les mêmes propriétés vitales que les organes qui sont en communication avec lui. Chez les animaux privés de circulation du sang, le liquide nourricier passe immédiatement du sac alimentaire dans leur substance, ou bien il y est déposé par des prolongemens vasculiformes de ce sac. Des matériaux de l'air mêlé avec l'eau pénètrent la surface molle des animaux, et paraissent se combiner avec le liquide nourricier, qui s'identifie ensuite avec leur parenchyme.

On appelle nutrition cette manifestation d'activité qui appartient à tous les corps vivans. Elle ne se rencontre point dans les corps inorganiques. Dès que les matières inorganiques soumises à l'affinité chimique se trouvent dans des circonstances favorables à la cristallisation, elles s'attirent mutuellement, suivant les lois de l'attraction, et les cristaux se forment. Quand la cristallisation est terminée, tout rentre en repos, et l'on n'observe plus de manifestation d'activité qui

puisse être comparée à la nutrition des corps vivans (1).

§ 64. Les corps organiques sécrètent, sous forme vaporeuse ou liquide, des matériaux de la masse de leurs humeurs, dont les unes sont rejetées, comme matières excrétoires, dans les milieux, l'air ou l'eau, qu'ils habitent, tandis que les autres servent à l'assimilation des alimens ingérés ou à la génération. Les végétaux transpirent par leurs feuilles, et la plupart exhalent de leurs fleurs des matières odorantes. Chez tous, la matière destinée à former le germe est sécrétée sous la forme liquide, et chez le plus grand nombre s'opère encore la sécrétion du pollen, qui est nécessaire à la fécondation du germe. Les animaux expulsent des matières par plusieurs voies différentes, notamment par la peau, les organes respiratoires, le canal alimentaire et les voies urinaires. Chez tous ceux qui sont pourvus d'un canal intestinal, la face interne de cet appareil sécrète un liquide, le suc gastrique, qui agit comme dissolvant et moyen d'assimilation sur les alimens. Parmi les liquides qui déterminent l'assimilation des alimens, se rangent encore, chez les animaux compliqués, la salive, la bile, le suc pancréatique et le liquide intestinal. De même aussi, chez tous les animaux, la matière de laquelle doit se former un nouvel être de la même espèce est sécrétée du suc alimentaire assimilé. Enfin, chez la plupart, des organes particuliers sécrètent un liquide qui est destiné à former le liquide générateur renfermé dans l'œuf; c'est le sperme.

La sécrétion est encore une manifestation d'activité

(1) Blumenbach dit, en parlant de la nutrition (*Institut. physiolog.*, éd. 4, p. 383) : *Est autem nutritio summum naturæ privilegium, et omnium et singulorum in utroque regno corporum organicorum communis et princeps prærogativa, qua machinas et automata humana artificio confecta, primo statim intuitu mirum quantum longissime superant*, etc.

qui appartient spécialement aux corps vivans. Rien de semblable n'existe dans les corps inorganiques. Si leurs matériaux viennent à s'échapper, c'est toujours l'effet d'une décomposition chimique, que des circonstances extérieures ont provoquée, et qui entraîne la destruction de leur forme.

§ 65. Les manifestations d'activité dont il vient d'être parlé, l'ingestion de matières alimentaires, l'absorption, l'assimilation, la respiration, le mouvement du suc nourricier, la nutrition et la sécrétion, sont dépendantes les unes des autres, ou se commandent mutuellement. L'absorption commande l'assimilation, en ce sens qu'elle s'empare des alimens assimilés; l'assimilation joue le même rôle à l'égard de la nutrition, parce qu'elle prépare les matières, afin de les rendre aptes à nourrir et former les organes; le mouvement du liquide nourricier est une condition pour les opérations de la nutrition, puisqu'il conduit aux parties solides la matière qui doit les nourrir; la nutrition, à son tour, commande aussi la nutrition, l'assimilation et le mouvement du suc nourricier, parce que c'est elle qui entretient les parties chargées d'accomplir ces manifestations d'activité dans l'état qui les rend capables d'exercer leurs fonctions. La sécrétion suppose l'absorption, l'assimilation, le mouvement du suc nourricier et la nutrition. Elle-même se montre une condition nécessaire pour ces diverses manifestations d'activité, attendu qu'en préparant les liquides qui s'ajoutent aux alimens, elle détermine l'assimilation de ces derniers, et qu'en éliminant les matières sécrétoires, elle entretient le liquide nourricier dans l'état où il doit être pour pouvoir servir à la nutrition des organes chargés d'accomplir l'absorption, l'assimilation et le mouvement du suc nourricier. En un mot, toutes les manifestations d'activité qui agissent dans le

sens de la conservation des corps organiques sont dépendantes les unes des autres et se commandent réciproquement.

§ 66. Tant que les corps organiques exercent les fonctions de nutrition, et qu'ils se maintiennent par là dans l'état de composition, de configuration, d'organisation et d'activité qui leur est propre, malgré le conflit des influences extérieures dont l'action tend à les détruire, tant qu'ils résistent aux lois de l'affinité chimique, et que, par leur activité propre, ils se conservent et assurent leur durée, nous disons qu'ils sont vivans (1). Mais, dès que ces manifestations d'activité viennent à s'éteindre, les matières constituantes des corps organiques retombent sous les lois de l'affinité chimique et sous l'influence des agens extérieurs, la chaleur, la lumière et l'eau; elles sont arrachées de leur combinaison, elles en contractent de nouvelles, et la composition, la configuration, l'arrangement organiques disparaissent. La manifestation d'activité la plus générale des corps vivans est donc la conservation de soi-même par sa propre activité, au milieu de changemens qui s'opèrent plus ou moins rapidement et d'un renouvellement continuel de la substance matérielle (2).

(1) Stahl faisait consister la vie (*Theoria medica vera*) dans la propriété qu'ont les corps organiques de conserver leur composition particulière; *Vita nihil aliud est formaliter, quam conservatio corporis in mixtione quidem corruptibili, sed sine omni corruptionis actuali eventu*. Son commentateur Junker dit : *Illud putredini contrarium quod vitæ nomine salutamus*. Jean Hunter veut aussi que la vie soit une grande opération chimique, qui continue même dans l'état apparent de repos, résiste aux influences chimiques du dehors, et s'oppose à la décomposition des corps dans lesquels elle agit.

(2) Cuvier a parfaitement raison (*Le règne animal*, t. I, p. 12) quand il dit : « Si, pour nous faire une idée juste de l'essence de la vie, nous « la considérons dans les êtres où ses effets sont le plus simples, nous « apercevrons promptement qu'elle consiste dans la faculté qu'ont « certaines combinaisons corporelles de durer pendant un temps et

Les corps inorganiques ne sont point soumis à des changemens continuels et à un renouvellement non interrompu de substance, semblables à ceux que l'on observe chez les corps vivans, dans les opérations de leur nutrition. Bien au contraire, ils se trouvent dans un état de repos et d'inertie, et ne se procurent eux-mêmes aucun changement, motif pour lequel précisément ils subsistent. Les matières réunies en cristaux d'après les lois de l'attraction chimique, et retenues ensemble par la cohésion, ne persistent dans les formes qui leur sont propres qu'aussi long-temps que les influences du dehors n'apportent aucun changement dans leur composition. Ainsi, tandis que l'existence et la durée des corps organiques ont pour conditions des changemens et un renouvellement continuels de leur substance matérielle, ces mêmes circonstances compromettent et détruisent l'existence des corps inorganiques sous la forme qui leur est propre.

§ 67. Indépendamment de ces manifestations particulières d'activité qui appartiennent à tous les corps vivans, et leur permettent de se conserver pendant quelque temps, malgré les influences extérieures tendant à les détruire, nous en apercevons, dans les animaux, d'autres encore dont les analogues, même éloignées, ne se rencontrent point chez les corps inorganiques. Ce sont les opérations de l'âme, la faculté de sentir et de se mouvoir en totalité ou partiellement par l'influence de sa propre activité. Nous reviendrons sur ce point dans le livre suivant.

§ 68. Le second groupe de changemens des corps or-

« sous une forme déterminée, en attirant sans cesse dans leur composition une partie des substances environnantes, et en rendant aux « élémens une portion de leur propre substance. La vie est donc un « tourbillon plus ou moins rapide, plus ou moins compliqué. »

ganisés, qui ne s'opèrent qu'une seule fois pendant l'existence de chaque individu, et qui ne reparaissent plus ensuite, consiste dans les phénomènes qui accompagnent l'origine, le développement et les périodes de la vie ou de l'âge. En général, ces changemens s'accompagnent, dans chaque individu, des mêmes phénomènes, qui présentent seulement des différences infinies suivant les espèces auxquelles les individus appartiennent. Quant à ce qui concerne d'abord l'origine, nous remarquons que tous les végétaux et animaux, autant qu'on peut en juger d'après l'observation, sont redevables de leur formation à des matières organiques qui entraient dans la composition de corps déjà existans. Le premier rudiment d'un corps vivant tire son origine de la substance matérielle d'un corps organique, après l'extinction de ses manifestations individuelles d'activité, ou bien naît de la matière des corps organiques avec le concours des manifestations d'activité d'êtres encore vivans. On appelle le premier mode génération spontanée, et le second génération proprement dite ou procréation.

§ 69. Quoique Harvey, Linné et d'autres naturalistes aient érigé en principe que les corps vivans ne peuvent se propager que par œufs et graines, et que les animaux et végétaux de nouvelle formation ne peuvent être considérés que comme produits des manifestations d'activité d'êtres semblables qui existaient déjà, cependant il a été reconnu que cette règle était trop générale. Les observations faites par Needham (1), Priestley (2),

(1) *An account of some new microscopical discoveries*. Londres, 1745, in-8. — *Nouvelles découvertes faites avec le microscope*. Leyde, 1747. — *Nouvelles observations microscopiques*. Paris, 1750, in-8.

(2) *Versuche und Beobachtungen ueber verschiedene Theile der Naturlehre*, t. I, p. 261.

Ingenhouss (1), Monti (2), Wrisberg (3), O.-F. Mueller (4), G.-R. Treviranus (5), etc., ont démontré qu'une foule de formes végétales et animales, situées dans les rangs les plus simples et les moins élevés de l'organisation, peuvent, dans certaines conditions favorables, se former sans le concours d'autres êtres vivans, aux dépens de la substance matérielle des corps organiques morts, que la putréfaction et la formation ont fait tomber dans un état complet de résolution. De ce nombre sont les animalcules infusoires, la matière verte de Priestley, les espèces de byssus, les champignons, etc. Attribuer l'origine des infusoires, comme le faisait Leeuwenhoek, auteur de leur découverte, et celle des autres corps qui viennent d'être nommés, ainsi que le pratiquaient Spallanzani (6), Bonnet (7), Terechowsky (8) et autres, à des œufs et à des graines, c'est, suivant la remarque déjà faite par Buffon, et d'après les motifs développés par les naturalistes dont j'ai cité les noms, Treviranus surtout, émettre une hypothèse fausse et insoutenable, qui ne repose que sur des suppositions hasardées et de fausses analogies. Les observations et expériences faites dans ces derniers temps par Fray, Gruithuisen,

(1) *Experiments on vegetables.* Londres, 1779. — *Vermischte Schriften physich-medizinischen Inhalts.* Vienne, 1784, t. II, p. 3.

(2) *Commentat. acad. Bonon*, t. III, p. 143.

(3) *Observationum de animalculis infusoriis satura.* Gœttingue, 1763, in-8.

(4) *Historia vermium,* vol. 1, P. I, p. 1. — *Animalcula infusoria fluviatilia et marina. Op. posth edit. cura Ott. Fabric.* Copenhague, 1786.

(5) *Biologie*, t. II, p. 264.

(6) *Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema delle generazione di signori Needham e Buffon.* Modène, 1765. — *Osservazioni ed esperienze intorno agli animalculi delle infusioni;* dans *Opusculi di fisica animale e vegetabile.* Modène, 1776, vol. I et II.

(7) Dans Spallanzani, *Opusc. di fisica.*

(8) *De chao infusorio Linnei.* Strasbourg, 1775.

Nitzsch (1), Maerklin (2), Bory de Saint-Vincent (3) et autres, jointes aux recherches de Schweigger (4) et de Burdach (5), parlent hautement en faveur d'un mode de production sans le concours de parens, d'une génération tirant directement sa source de la matière des corps organiques morts (6). On voit paraître de ces corps organiques de l'espèce la plus simple dans les infusions, tant des principes immédiats des corps organisés, l'albumine, la fibrine, la gélatine, le mucus animal et végétal, l'amidon, le gluten, que des combinaisons résultant de ces principes, dès qu'elles commencent à se décomposer par le concours de la chaleur et de l'air.

§ 70. Le mode le plus simple de génération, celui qu'on appelle génération spontanée (*generatio æquivoca, spontanea, heterogenea, primitiva*), consiste en ce qu'à l'invasion de la fermentation ou de la putréfaction dans les individus frappés de mort, les matières organiques qui se séparent de leur organisation conservent, lorsqu'elles ne sont pas ramenées à leurs élémens, ou converties en composés binaires, par l'action des affinités chimiques, la propriété de reparaître, avec le concours d'influences extérieures favorables, de la chaleur, de l'eau, de l'air et de la lumière, sous des formes animales ou végétales plus simples, qui varient toutefois en raison des influences à l'action desquelles elles se trouvent soumises.

(1) *Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Cercarien und Bacillarien*. Halle, 1817.

(2) *Beobachtungen ueber die Urformen der niederen Organismen*. Heidelberg, 1823.

(3) *Essais monographiques sur les oscillaires*. Paris, 1827.

(4) *Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere*. Léipzick, 1820, p. 256.

(5) *Von den œussern Lebens-Bedingungen der weiss-und katbluetigen Thiere*. Léipzick, 1824, p. 37.

(6) *Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft*, t. I, p. 7.

On doit considérer comme une simple modification de ce mode de génération, le développement premier, dans un corps animal, des entozoaires, qu'on rencontre même quelquefois dans des embryons. Les motifs allégués par Pallas, Mueller, Werner, Bloch, Gœze, Braun, et surtout G.-R. Treviranus (1), Rudolphi (2) et Bremser (3), ne permettent plus d'admettre qu'ils viennent du dehors dans l'animal, puisqu'ils ne se trouvent, hors de ce dernier, ni dans la terre, ni dans les plantes, où ils ne sauraient non plus exister, et qu'on en rencontre par fois dans des organes, tels que l'œil, le cerveau, les muscles et autres, qui n'ont aucune communication avec l'extérieur. Nous devons donc, avec ces naturalistes, les regarder, ou comme des produits d'élémens non assimilés, ou comme des productions morbides qui, en certaines circonstances, se forment dans les humeurs ou dans le parenchyme des organes. Cependant beaucoup d'entre eux, une fois formés, sont pourvus d'organes génitaux, et se reproduisent par la génération proprement dite.

Les résultats des observations et recherches à ce sujet nous mettent également dans la nécessité d'admettre l'axiome établi par G.-R. Treviranus, qu'il existe une matière propre aux corps organiques, apte à la vie, et jouissant de la propriété de revêtir certaines formes, en même temps qu'elle acquiert un mode particulier

(1) *Biologie*, t. II, p. 365.

(2) *Entozoorum sive vermium intestinalium historia naturalis*, t. I, p. 370, cap. 18, *de entozoorum ortu*.

(3) *Traité des vers intestinaux.* — Il est à remarquer qu'on a observé des moisissures dans l'intérieur de corps animaux, sur des parties altérées par la maladie, comme le prouvent les faits rapportés par Mayer (dans *Meckel's Archiv der Physiologie*, t. I, p. 310), Jæger (*Ibid.*, t. II, p. 354) et Olfers (*Commentarius de vegetativis et animatis in corporibus animatis reperiundis.* Berlin, 1816, in-8.)

d'action. La manière dont cette propriété se manifeste dans le développement réel de la forme, est subordonnée au conflit et à la réciprocité d'action qui existe entre la matière organique et les influences extérieures ou physiques, circonstances en raison desquelles elle prend ou une forme animale ou une forme végétale.

§ 71. Tous les corps vivans qui n'ont pas ce mode d'origine naissent d'autres organismes déjà existans, par l'effet des manifestations d'activité particulières à ces derniers, auxquels ils ressemblent quant à la structure et aux phénomènes de la vie. La génération par procréation, ou la génération univoque, présente deux différences : elle a lieu sans ou avec le concours de deux sexes. Dans le premier cas, qui est le plus simple, il se détache d'organismes déjà existans des parties ou des segmens, qui continuent à croître, acquièrent la forme d'individus de la même espèce, et continuent ainsi à subsister (1). Ce mode a lieu de deux manières : tantôt un corps organique se divise en plusieurs parties, dont chacune prend les qualités d'un individu, tantôt il se borne à produire des parties qui, après s'être détachées de l'organisme, lequel n'en continue pas moins de subsister, se développent et deviennent elles-mêmes des individus. Dans ce mode de génération, il n'y a point de différence sexuelle ; chaque individu représente l'espèce à lui seul, et il peut, quand les circonstances sont favorables, produire des êtres de la même espèce que lui.

§ 72. La génération par division ou scission d'un organisme en nouveaux individus (*generatio fissipara*), n'a lieu que dans des corps très-simples, composés d'une substance homogène. Elle a été observée par Saus-

(1) Burdach a traité fort au long (*Physiologie*, t. I, p. 30) de ce mode de génération, qu'il appelle *génération solitaire*.

sure (1), O.-F. Mueller (2), Nitzsch (3) et autres dans des infusoires (bacillaires, paramécies, cyclidies, trichodes), et par Ingenhouss, G.-R. Treviranus, Bory de Saint-Vincent, Girod-Chantran et autres, dans des conferves. Elle se remarque aussi quelquefois chez le polype d'eau douce, suivant Trembley (4); cependant elle n'y est presque toujours qu'accidentelle, et résultat de certaines circonstances.

§ 73. Quand des êtres organiques se multiplient au moyen de parties qui se séparent de leur propre corps, et dont le développement donne lieu à de nouveaux individus, ces parties produites par eux sont appelées *germes*. Tantôt elles représentent des portions ou des membres d'un organisme plus ancien, qui procèdent de ce même organisme, et dont la structure et la substance sont les mêmes que les siennes; tantôt elles se montrent sous la forme de globules ou de grains, que le corps organique qui les produit excrète, rejette hors de lui. On donne aux premiers germes le nom de *rejetons*, et aux autres celui de *corpuscules reproducteurs*.

§ 74. Dans la propagation par rejetons, le germe s'élève à la surface du corps qui le produit, sous la forme d'un petit renflement, augmente peu à peu de grosseur, et finit par se détacher, pour continuer à se développer et à vivre comme individu. C'est ainsi que se multiplient, d'après les observations de Trembley, de

(1) Dans *Spallanzani*, *Opusc. de phys.*, t. I, p. 172.

(2) *Vermium terrestrium et fluviatilium historia.* Copenhague et Léipzick, 1773, in-4. — *Animalcula infusoria fluviatilia et marina.* Copenhague, 1786.

(3) *Beitraege zur Infusorienkunde*, p. 72. 81. — Peut-être les vibrions et les monades se propagent-ils quelquefois par scission spontanée.

(4) *Mém. pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce.* Leyde, 1744, in-4.

Schaeffer (1), de Rœsel (2), etc., les polypes à bras et les vorticelles, et d'après celles de Cavolini, de Schweigger (3), etc., les coraux, les sertulaires, les isis et autres polypes marins. La propagation par rejetons ne se rencontre dans les plantes que simultanément avec d'autres modes de multiplication, par exemple chez certains champignons filamenteux, les conferves, les tremelles et les hépatiques. Dans les plantes phanérogames, quoiqu'elles soient pourvues d'organes sexuels, il faut rapporter ici la formation des racines rampantes (*radix repens*), des jets (*stolo*) et des coulans (*sarmentum*).

§ 75. Dans la multiplication par corpuscules reproducteurs, un organisme produit, à l'époque de sa plus grande activité, des globules ou des grains, qui sont rejetés au dehors, et desquels, après leur élimination, proviennent de nouveaux individus. Ces corpuscules diffèrent des véritables œufs et graines, qui mûrissent par fécondation, en ce que la substance de laquelle se forme le nouvel être n'est point, comme les œufs et les graines, renfermée dans une enveloppe spéciale, qui s'en sépare au moment du développement du germe, et que la formation du nouvel individu est due à la substance entière du corpuscule reproducteur. Tantôt les corpuscules reproducteurs sont, au moment de leur origine, unis à la masse du corps qui les produit, et dont ils ne tardent point à se séparer, tantôt ils procèdent de ses humeurs. Des différences ont lieu relativement à l'endroit où ils se développent sur ce même corps, car

(1) *Die Armpolypen in den suessen Wassern.* Ratisbonne, 1754, 1765, in-4.

(2) *Insektenbelustigungen.* Nuremberg, 1746, in-4, t. III, p. 433.

(3) *Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere.* Léipzick, 1820.

tantôt leur production n'a lieu que sur une partie déterminée de ce dernier, tantôt ils s'y développent dans plusieurs lieux, et sont disséminés dans sa substance. On observe chez plusieurs zoophytes une production de corpuscules reproducteurs disséminés dans l'organisme qui fait office de souche. Le règne végétal offre des exemples de ce mode de propagation par corpuscules reproducteurs (*sporæ, sporidia, gemmina, gongyli*), dans les acotylédonées, les conferves, les ulves, les fucus, les champignons pulvérulens, les champignons filiformes, les hépatiques, etc.

Chez un grand nombre de corps organisés, la production des corpuscules reproducteurs est bornée à un certain point de l'organisme ancien, et accomplie par des organes spéciaux, que l'on doit considérer comme les premiers rudimens des parties génitales femelles. Dans les gorgones, les madrépores, les sertulaires, les coraux rouges, etc., il se forme, d'après Cavolini (1), au milieu de la substance du polype, et non loin de ses bras, un petit sac membraneux, qui renferme les corpuscules reproducteurs, se détache, crève et répand ces corpuscules dans la mer. Pallas (2) a observé quelque chose de semblable sur les polypes d'eau douce. Ici l'organe préparateur des corpuscules se forme tous les ans, et chaque fois il est rejeté du corps avec les corpuscules.

Les corpuscules sont renfermés dans des tubes ou vessies chez les méduses, et dans des espaces disposés en éventail chez les actinies. Enfin, les organes producteurs des germes, qui ressemblent aux ovaires des animaux supérieurs, affectent la même disposition dans les astéries, les oursins, les holothuries et autres. Le règne

(1) *Loc. cit.* Tab. 1, fig. 3, 6; tab. 2, fig. 6; tab. 3, fig. 4, 5; tab. 4, fig. 7, 11.

(2) *Elenchus zoophytorum*, p. 28.

végétal offre, dans plusieurs circonstances, des amas de germes, sous forme de sacs ou de capsules, auxquels les botanistes ont assigné différens noms. Il faut encore rapporter au même mode de multiplication ce qu'on observe chez un grand nombre de plantes phanérogames pourvues d'organes sexuels proprement dits, qui, indépendamment de la génération proprement dite, se reproduisent par des nœuds, des tubercules, des ognons et des bourgeons, d'où naissent de nouvelles plantes ou des parties de nouvelles plantes.

La propagation par germes consiste en une exaltation périodique de l'activité plastique de l'individu, déterminée par des influences externes favorables, qui font que des rudimens de nouveaux individus naissent de sa propre masse, ou se séparent de la masse de ses humeurs, pour se développer et donner lieu à des êtres de même espèce, par le concours de conditions extérieures.

§ 76. La plupart des animaux et des plantes dont la structure offre un haut degré de composition, se propagent par génération au moyen des deux sexes. Tel est le cas des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons, des crustacés, des insectes, du plus grand nombre des mollusques et des annélides, et même de certains entozoaires. Parmi les plantes, ce mode de propagation se rencontre chez les monocotylédonées et les dicotylédonées, quoiqu'elles se multiplient aussi d'autres manières. Dans la génération au moyen des sexes, il y a deux différentes matières génitales, provenant l'une de la femelle, l'autre du mâle, et deux sortes d'organes qui séparent ces matières de la masse des humeurs des corps vivans, à une certaine époque de leur existence. La matière génitale femelle, de laquelle un nouvel être doit tirer son origine, est renfermée dans une enveloppe

spéciale, et porte le nom d'*œuf* chez les animaux, de *graine* chez les plantes; les organes qui la produisent sont appelés *ovaires*. L'œuf et la graine ne deviennent un être nouveau que quand la semence du mâle a exercé sur eux une influence qui les détermine à se développer suivant une forme correspondante à l'espèce qui a fourni la matière génitale. Chez les animaux, la semence du mâle est sécrétée dans des organes particuliers, les testicules; chez les plantes, une matière analogue, le pollen, est préparée dans les anthères. On appelle *fécondation*, l'action de la semence du mâle sur la matière génitale femelle, l'œuf ou la graine, par suite de laquelle la formation d'un nouvel être commence dans cette matière, et qui s'opère de diverses manières dans les différens groupes de corps vivans.

Les organes génitaux mâles et femelles existent à la fois sur un même individu, ou sont répartis sur des individus différens d'une même espèce. Leur réunion dans un même individu est le cas le plus ordinaire chez les plantes; leur séparation sur des individus différens se voit fréquemment, au contraire, chez les animaux. Les corps organiques offrent, relativement à la présence d'autres organes encore qui font partie de l'appareil génital mâle et femelle, et qui ont pour but soit l'accomplissement de la génération, soit le logement, le développement et la nutrition des germes, plusieurs différences dont l'exposition sera faite ailleurs.

Engendrer est donc une propriété appartenant à tous les corps organiques. Ces corps organiques se multiplient, parce qu'à une époque donnée de leur existence et dans certaines circonstances, ils sont en état de produire des êtres de leur espèce, et qu'eux-mêmes sont également produits par d'autres êtres de la même espèce, ce qui suppose une série de générations passées dont le

premier chaînon ou le commencement nous est inconnu. Dans les corps inorganiques, il n'y a point de génération, point de production des corps les uns par les autres. Nul minéral, aucun cristal, quand il vient à être détruit, ne se résout en cristaux de son espèce, comme le font les corps organiques dans la génération fissipare; aucun ne pousse de nouveaux cristaux, comme dans la génération gemmipare et dans celle par corpuscules producteurs; jamais enfin les cristaux ne procréent leurs semblables, ainsi qu'il arrive dans la génération proprement dite des corps vivans pourvus de sexes. Il n'y a donc ni espèces ni genres dans le règne inorganique. La production de nouveaux cristaux n'est qu'un effet de l'attraction chimique et mécanique, qui s'exerce d'après les lois purement physiques, entre les substances faisant la base de leur composition. Quand des substances de nature différente, qui ont de l'affinité les unes pour les autres, sont tenues en dissolution dans un liquide, leurs atomes se réunissent, dans certaines circonstances extérieures et d'après des lois déterminées, en corps doués de formes géométriques, les cristaux, qui sont caractérisés par des surfaces planes et par des inclinaisons fixes de leurs angles et de leurs bords. Pour qu'une substance cristallise, il faut qu'elle soit mise d'abord à l'état de liquide ou de fluide aériforme, et qu'ensuite les causes qui l'ont fluidifiée s'éloignent. Ce dernier effet a lieu par le refroidissement ou par la soustraction de la substance pondérable avec laquelle celle qui doit cristalliser avait contracté une combinaison qui la rendait fluide.

§ 78. Tous les animaux et végétaux, au moment où ils naissent du rejeton, du corpuscule reproducteur, de l'œuf et de la graine, paraissent sous une forme simple, qu'ils abandonnent graduellement, pour en prendre une plus

compliquée; ce qui s'accompagne d'un accroissement dans la diversité et l'intensité de leurs manifestations d'activité .Tous les corps organiques dont la vie n'est pas abrégée ou interrompue d'une manière quelconque, nous offrent trois périodes distinctes dans leur existence, celle d'accroissement graduel, la jeunesse, celle de développement complet ou de maturité sexuelle, et celle de décroissement ou d'âge avancé, qui se termine par la mort. De cette manière, les représentans de toutes les espèces végétales et animales sont compris dans une série continuelle de changemens, dont la durée varie à l'infini pour les différens groupes de corps vivans, et s'étend depuis l'espace de quelques jours jusqu'à des siècles entiers. Naître, se développer, engendrer et mourir sont des actes qui ont lieu sans interruption dans l'empire des corps organiques, et qui appellent à l'existence, puis font rentrer dans le néant les individus représentatifs des espèces. Ces changemens, qui ne se manifestent qu'une seule fois dans chaque individu, et qui ne reparaissent plus ensuite, dépendent du mode d'action des forces organiques, dont l'activité débute par son minimum d'intensité, arrive peu à peu au maximum, s'épuise par le fait même de son exercice, et finit par s'éteindre.

Il ne s'opère pas dans les corps inorganiques de changemens que l'on puisse comparer à ceux des périodes de la vie ou des âges. Les substances qui se sont une fois réunies en cristaux, d'après les lois de l'attraction, et dont la cohésion retient les molécules, persistent dans leurs formes respectives, sans qu'on aperçoive désormais en elles aucun phénomène présentant une analogie, même éloignée, avec ceux du développement et des âges des corps vivans. Les cristaux ne subissent point par eux-mêmes de changemens qui aient pour résultat leur

ruine et leur destruction dans un certain laps de temps. Qu'ils durent des heures seulement ou des milliers d'années, cet effet tient uniquement à des circonstances accidentelles, suivant qu'ils entrent en rapport avec des matières ayant une affinité plus forte pour les substances qui les constituent.

§ 79. Quant aux changemens et manifestations d'activité périodiques des individus organiques, ces phénomènes sont de plusieurs sortes. Nous apercevons d'abord, chez la plupart des animaux, des changemens qui surviennent chaque jour, à des époques fixes, et qui ont une certaine connexion avec le mouvement de la terre autour du soleil, ainsi qu'avec les modifications qui en résultent dans l'influence des circonstances extérieures sur les animaux. Ce sont les états de veille et de sommeil. Nous remarquons aussi, dans beaucoup de plantes, des phénomènes d'où l'on peut conclure un état alternatif de repos et d'activité. Les corps inorganiques enchaînés par l'inertie, c'est-à-dire, les cristaux, n'offrent rien qui soit comparable, même d'une manière éloignée, à ces états des corps vivans.

§ 80. Chez tous les végétaux et animaux dont la vie se prolonge au-delà d'une ou de plusieurs années, on remarque périodiquement des changemens et manifestations d'activité, qui paraissent aux diverses époques de l'année, et qu'on peut considérer comme étant sous la dépendance du mouvement annuel de la terre autour du soleil. Tels sont, chez les plantes, la pousse annuelle des bourgeons, des feuilles et des fleurs, la fécondation, la maturation des fruits, enfin la chute des fruits et des graines, ainsi que la mort et la chute des feuilles; chez les animaux, l'apparition périodique des manifestations d'activité des organes génitaux, la formation des germes et des œufs, la sécrétion de la semence du mâle, l'acte

générateur, l'accouplement, la gestation, la ponte, la construction des nids, la couvaison, la parturition et la sécrétion du lait. Il faut encore ranger dans la même classe le renouvellement des poils et des plumes, celui de la peau, la formation de nouvelles écailles, la chute et la pousse des bois. Enfin on doit également y rapporter le sommeil d'hiver et d'été d'un grand nombre d'animaux, comme aussi les émigrations qui s'observent régulièrement chez certains d'entre eux. Les changemens périodiques ont leur source dans l'action des influences extérieures, de la lumière et de la chaleur, sur les corps vivans, action qui varie suivant la situation de notre planète par rapport au soleil, et qui modifie les manifestations d'activité des corps organiques.

Les corps inorganiques n'offrent rien de comparable à ces changemens périodiques qui surviennent tous les ans.

§ 81. Nous apercevons encore dans les corps organiques des changemens qui ne s'opèrent chez les individus que sous l'empire de certaines circonstances. De ce nombre sont la réparation des solutions de continuité et la régénération des parties perdues, quand toutefois la lésion n'a pas compromis la durée des individus, ou détruit en eux la vie. La plupart des animaux et les plantes vivaces réparent les solutions de continuité qui ont été faites à leurs parties par des corps vulnérans. On voit même reprendre des parties qui ont été totalement séparées. Il faut également ranger ici la transplantation de parties d'un corps sur d'autres, la greffe et la bouture chez les végétaux. Cette transplantation réussit même quelquefois, chez les animaux, pour la peau et pour d'autres parties (1).

La régénération se manifeste à plusieurs degrés dif-

(1) Joseph Baronio (*Memorie della societa italiana*, t. I, p. 180.) a transplanté les ergots d'un coq sur la crète d'un autre; il est même

férens. C'est chez les animaux et végétaux de l'espèce la plus simple qu'elle a le plus d'intensité, puisque là les parties d'un individu qu'on a coupé en morceaux produisent toutes celles qui sont nécessaires pour faire un tout complet. Ainsi nous voyons des portions détachées d'un lichen continuer de croître et acquérir la forme propre à l'espèce. Un grand nombre de plantes vivaces peuvent être multipliées par le moyen de boutures qui poussent des racines et deviennent des individus. Il est des végétaux aussi qui se multiplient par leurs feuilles. On doit rapporter ici, quant aux animaux, la multiplication des polypes par division. D'après les expériences bien connues de Trembley, de Rœsel et de plusieurs autres, les polypes à bras peuvent être coupés en plusieurs morceaux, qui continuent de croître, et dont chacun devient un polype parfait. Des phénomènes semblables ont été observés sur des segmens détachés de naïades et de quelques autres annélides.

Des parties ou des membres qui ont été perdus ou détruits par accident, se reproduisent chez beaucoup d'animaux. Ainsi les actinies, les méduses, les étoiles de mer régénèrent leurs rayons; les ténias reproduisent les anneaux arrachés de leur partie postérieure; les limaçons, leurs cornes; les écrevisses, leurs pinces et leurs pattes. Les salamandres aquatiques reproduisent plusieurs fois de suite leurs pattes et leur queue, avec tous les os, muscles, vaisseaux et nerfs qui en font partie; l'œil lui-même se reproduit, après avoir été détruit. La queue se régénère chez les lézards. Quant aux animaux à sang chaud, les mammifères et les oiseaux, la régénération se borne, chez eux, aux parties épidermoïdes et cornées, poils, ongles et plumes.

parvenu à y transplanter la queue d'un jeune chat et l'aile d'un serin des Canaries.

Enfin on remarque, chez tous les corps vivans, que, quand des troubles éclatent dans leurs fonctions, c'est-à-dire, lorsqu'ils sont atteints de maladies, il se manifeste en eux une tendance à faire cesser cet état de gêne et à ramener l'ordre et la régularité dans les manifestations d'activité.

Les corps inorganiques n'offrent absolument aucun phénomène que l'on puisse considérer comme effet de régénération et de guérison. Nul cristal ne reproduit les parties qu'il a perdues, nul ne répare les solutions survenues dans sa continuité, nul ne revient de lui-même à son état d'intégrité.

§ 82. Ces manifestations d'activité, qui ne sont ici que dessinées à grands traits, la conservation par soi-même des individus et des espèces, au milieu d'une série non interrompue de changemens, appartiennent à tous les corps organiques sans exception. Nous en désignons l'ensemble sous le nom de *vie*, et nous appelons *vivans* les corps dans lesquels nous les apercevons. Comme nous ne remarquons point de phénomènes semblables dans les corps inorganiques, nous sommes obligés de les considérer comme des effets de causes qui n'agissent point dans ces corps et qui n'existent que dans les êtres vivans. Ces causes elles-mêmes ont leur fondement dans des qualités qui n'appartiennent qu'aux corps organiques, et que nous appelons *forces organiques*. Pour bien connaître ces qualités, il faut entrer dans quelques détails sur la composition chimique, l'organisation, les manifestations d'activité et les changemens des plantes et des animaux, et comparer ensemble ces deux ordres de corps sous tous ces rapports, ce qui nous permettra de juger quelles sont celles qui leur appartiennent en commun, et celles qui sont propres exclusivement à chaque série.

LIVRE SECOND.

SECTION PREMIÈRE.

PARALLÈLE ENTRE LES ANIMAUX ET LES VÉGÉTAUX (1) SOUS LE RAPPORT DE LA COMPOSITION MATÉRIELLE.

CHAPITRE PREMIER.

De la composition chimique (2).

§ 83. Les végétaux et les animaux ont beaucoup

(1) I.-M. Ciassi, *Meditationes de natura plantarum*. Venise, 1677, in-12. — Phile, *De animalium proprietate*. (*I. C. de Pauw.*) Utrecht, 1730.—Feldmann, *De comparatione plantarum et animalium*. Leyde, 1752; *Denuo edita à I. A. Merck*, Berlin, 1780. — P. Camper, *Oratio de analogia inter animalia et stirpes*. Groningue, 1764, in-4. — Bonnet, *Parallèle des plantes et des animaux*; dans *Contemplat. de la nature*. Amsterdam, 1764. — De la Méthérie, *Vues physiologiques sur l'organisation animale et végétale*. Amsterdam, 1787, in-8. — I.-G. Gleditsch, *Ueber die Gleichheit zwischen den Thiere und Gewaechsen*; dans ses *Vermischte Bemerkungen*, t. I, p. 260. — N. Bondt, *Verhandeling over de overeenkomt tweschen dieren en planten*. Amsterdam, 1792, in-8. — A. Nitsche *pr.* E.-B.-F. Hebenstreit, *Momenta quædam comparationis regni animalis cum vegetabili*. Léipzick, 1798, in-4. — A.-P. Decandolle, *Dissertation sur les propriétés des plantes*. Paris, 1804, in-8. — M. Samelson, *pr.* A.-F. Scheveigger, *Cogitata quædam de corporum naturalium affinitate, imprimis de vita vegetativa in animalibus*. Kœnigsberg, 1814, in-8. — A.-F. Schweigger, *Verwandtschaft des Thier-und Pflanzenreichs*; dans *Handbuch der Naturgeschichte der skelettlosen ungegliederten Thiere*. Léipzick, 1820, in-8.— C.-H. Schutz, *Ueber die Pflanzen und Thiere im allgemeinen; die Natur der lebendigen Pflanzen*. Berlin, 1823, t. I, p. 62.

(2) I.-F. Cartheuser, *Diss. chymico-physica de genericis quibus*

d'analogie ensemble sous le rapport de leur composition chimique. On trouve dans les uns et dans les autres les élémens suivans : oxigène, hydrogène, carbone, nitrogène, phosphore, soufre, iode (1), brome (2), chlore, potassium, sodium, calcium, magnésium, silicium, manganèse et fer. L'aluminium et le cuivre n'ont été rencontrés jusqu'à présent que dans des plantes, tandis que le fluor s'est offert dans le règne animal. Il n'y a donc point de différences considérables entre ces deux séries de corps, relativement aux matières élémentaires qui entrent dans leur composition. De plus grandes se font remarquer dans la quantité relative de ces substances, et dans leur mode de combinaison.

§ 84. Quant à ce qui concerne l'oxigène, l'hydrogène, le carbone et le nitrogène, on les trouve bien tous quatre tant dans les plantes que chez les animaux, mais cepen-

dam plantarum principiis, hactenus plerumque neglectis. Francfort, 1754, 1764, in-8. — Bucquet, *Introduction à l'étude des corps tirés du règne végétal*. Paris, 1773, 2 vol. in-12. — C.-A. Riche, *Considérations sur la chimie des végétaux*. Paris, 1787, in-8. — F.-A. de Humboldt, *Aphorismi ex doctrina physiologiæ chemicæ plantarum*; dans *Fl. Fribergensis spec.* Berlin, 1793, in-4. — G.-B. Johnson, *History of the progress and present state of animal chemistry*. Londres, 1803, 3 vol. in-8. — Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*. Paris, 1804. — G. Wahlenberg, *De sedibus materiarum immediatarum in plantis*. Upsal, 1806, 1807, in-4. — H. Davy, *Elements of agricultural chemistry*. Londres, 1813. — J.-J. Berzelius, *Uebersicht der Fortschritte und des gegenwaertigen Zustandes der thierischen Chemie*, Nuremberg, 1815, in-8. — Bérard, *Sur l'analyse des substances animales*; dans *Annales de chimie et de physique*, 1817, t. 5, p. 290. — Doebereiner, *Zur pneumatischen Phytochemie*. Jena, 1822. — A. Desvaux, *Essai d'une classification des principes immédiats des végétaux*; dans le *Journal de pharmacie*, 1826, t. II, p. 455.

(1) L'iode a été trouvé, non-seulement dans diverses plantes marines, dans différentes espèces de fucus, d'ulves, d'helminthocortons et de ceramium, mais encore dans des éponges, des gorgones, des doris, des vénus, et dans l'enveloppe des œufs de seiche.

(2) On a découvert du brôme dans quelques plantes marines et dans la *Janthina violacea*, espèce de mollusque.

dant le nitrogène entre plus souvent dans la composition de ces derniers. Quelques naturalistes ont voulu ériger en caractère distinctif de ces deux séries de corps, que le carbone est l'élément prédominant dans les plantes et leurs diverses combinaisons, tandis qu'au contraire c'est le nitrogène chez les animaux et dans leurs combinaisons. Mais comme toutes les matières animales, l'urée et l'acide urique exceptés, contiennent beaucoup plus de carbone que de nitrogène, on ne peut admettre ce caractère. Il existe d'ailleurs quelques cryptogames, notamment les champignons, dans lesquelles entre une grande proportion de nitrogène. Cet élément abonde aussi dans le pollen. Il entre également dans la composition des bases salifiables végétales. D'un autre côté, on compte un certain nombre de combinaisons animales contenant beaucoup de carbone. Les principales substances animales, l'albumine, la fibrine, la gélatine, sont très-chargées de ce principe; elles en contiennent même davantage que certaines substances végétales, le sucre et la gomme par exemple, d'après les recherches de Gay-Lussac et Thénard (1). Ainsi, tout ce qu'il est permis de dire, relativement à la présence du nitrogène et du carbone, c'est que le premier entre plus souvent et en plus grande quantité dans les combinaisons animales que dans les végétales, tandis que le second se rencontre plus fréquemment et plus abondamment dans la composition végétale.

§ 85. Le phosphore, que l'on a pendant long-temps regardé mal à propos comme propre aux corps faisant partie du règne animal, se trouve dans un grand nombre de substances végétales. Il a été rencontré abondamment, à l'état de sel, dans la farine des graines

(1) *Rech. physico-chimiques*, t. I, p. 337.

céréales, l'albumine végétale et le gluten, par Bergmann (1), Théodore de Saussure (2) et plusieurs autres. Berthier (3) a trouvé depuis peu du phosphate calcaire dans la cendre d'un grand nombre de bois. Par conséquent, le phosphore est très-répandu dans le règne végétal. Cependant, en général, il abonde davantage dans les combinaisons animales que dans les combinaisons végétales.

§ 86. Le soufre, que quelques physiciens ont également considéré comme un principe appartenant exclusivement à la composition animale, existe aussi dans les végétaux. On le trouve dans toutes les plantes peut-être, sous la forme de sulfate, comme le prouve l'analyse chimique de leurs cendres. En outre, il fait partie constituante de l'albumine végétale et du gluten. On le rencontre encore dans d'autres combinaisons, comme dans l'acide sinapique, qui, suivant toutes les probabilités, n'appartient point exclusivement aux crucifères, et existe de même dans d'autres plantes. Enfin, Planche (4) a découvert du soufre dans les fleurs du sureau, du tilleul et de l'oranger, dans les tiges de l'hysope, de l'estragon, de la rue et du mélilot, dans les semences de l'anis, du fenouil, du cumin et d'autres végétaux. Cependant, à l'instar du phosphore, il est plus répandu et plus abondant dans les combinaisons animales que dans celles qui font partie du règne végétal.

§ 87. Relativement aux alcalis, quelques chimistes et physiologistes ont émis l'opinion que ces corps établissent une différence essentielle entre les plantes et les

(1) *Opuscula*, t. V. p. 96.

(2) *Annales de chimie*, t. LXV, p. 189.

(3) *Ibid.*, t. XXXII, p. 210.

(4) *Sur l'existence et l'état du soufre dans les végétaux*; dans le *Journal de pharmacie*, t. VIII, p. 364.

animaux. Cependant, l'existence des divers alcalis dans ces deux règnes de la nature est un fait avéré. A la vérité, la potasse est plus commune dans les plantes que dans les animaux; mais le contraire a lieu pour la soude. Quant à l'ammoniaque, elle est, généralement parlant, plus abondante dans le règne animal que dans le règne végétal. Chevallier et Lassaigne (1) ont trouvé du carbonate d'ammoniaque dans les feuilles du *chenopodium vulvaria*. Le premier (2) assure même avoir observé qu'elles exhalent de l'ammoniaque pendant la vie de la plante. Il dit aussi avoir reconnu, avec Boullay, que plusieurs fleurs qui répandent une odeur cadavéreuse, et quelques-unes même dont le parfum est agréable, dégagent du gaz ammoniaque.

§ 88. A l'égard des terres, la chaux est la plus répandue de toutes dans les plantes et dans les animaux. Cependant ceux-ci en contiennent davantage que ceux-là. L'inverse a lieu pour la silice. On la rencontre plus fréquemment, quoiqu'en petite quantité, dans les végétaux, notamment, d'après Bergmann (3), dans les céréales, et surtout dans la pellicule extérieure des graminées, où H. Davy (4) en a trouvé beaucoup. Cependant Th. de Saussure (5) et Berthier en ont obtenu aussi des cendres de plusieurs bois.

La magnésie existe dans les deux règnes, spécialement dans les os et dans quelques liquides animaux. Vauquelin (6) l'a découverte dans des espèces de fucus, Saussure et Berthier dans la cendre de divers bois. L'alumine n'a été aperçue que dans un petit nombre de

(1) *Journal de pharmacie*, t. III, p. 42.

(2) *Annales des sciences naturelles*, avril 1824.

(3) *Opuscula*, t. V, p. 94.

(4) SCHERER, *Allgem. Journal der Chemie*, t. III, ch. 13, p. 73.

(5) *Recherches chimiques sur la végétation*, 328.

(6) *Annales de chimie*, t. XVIII, p. 79.

végétaux, entre autres dans les cendres de sapin, de laurier-rose et d'airelle.

§ 89. Des oxides de métaux pesans se trouvent tant dans les plantes que dans les animaux, en quantité extrêmement petite. Du reste, ils ne fournissent aucun caractère propre à l'un des règnes plutôt qu'à l'autre, puisque du fer et du manganèse ont été rencontrés dans les végétaux et dans les animaux. Bucholz et Meissner (1) ont observé aussi des traces de cuivre dans quelques plantes.

§ 90. Les combinaisons organiques ou principes immédiats des animaux et des plantes présentent des différences plus importantes que leurs élémens. Ces combinaisons sont surtout nombreuses et variées dans le règne végétal, quoiqu'on paraisse n'en avoir découvert encore qu'une faible partie, et qu'on en trouve presque tous les jours de nouvelles. Le règne animal est infiniment moins riche en composés de ce genre. Les principes immédiats des deux règnes se partagent en acides et oxides. Les plantes offrent en outre un groupe de substances toutes particulières, les bases salifiables végétales, dont il n'a pas la moindre trace chez les animaux. Les principes immédiats des végétaux sont pour la plupart des combinaisons ternaires de carbone, d'hydrogène et d'oxigène, tandis que ceux des animaux sont quaternaires, du nitrogène se joignant encore à ces trois élémens.

§ 91. Si nous nous attachons d'abord à ceux des acides organiques qui résultent de trois élémens, le carbone, l'hydrogène et l'oxigène, nous voyons qu'il y en a fort peu qu'on trouve dans les deux règnes à la fois. De ce nombre est surtout l'acide acétique. Les vé-

(1) *Schweigger's Journal*, t. XVII, p. 340.

gétaux sont immensément riches en acides particuliers, les uns assez généralement répandus, et les autres bornés à certaines espèces. Parmi les premiers, se rangent les acides malique, citrique, pectique (1), oxalique, tartrique, benzoïque (2), gallique, etc. Quant à ceux de la seconde classe, je citerai seulement les acides quinique, méconique, sinapique, fungique, strychnique, etc. Ces acides se rencontrent à l'état de liberté, dans les fruits surtout, dans le tissu cellulaire et dans les feuilles. Il est extrêmement rare d'en trouver dans des graines et des racines. Les liquides et toutes les parties des végétaux en contiennent à l'état de saturation par la chaux ou la potasse. Parmi les acides résultant de combinaisons ternaires des trois élémens indiqués plus haut, il y en a peu qui appartiennent en propre aux animaux, comme le margarique, le butyrique et le formique. Mais les animaux contiennent quelques acides dans la composition desquels entre aussi du nitrogène, tels que l'urique, le cholestérique et l'allantoïque.

§ 92. Il existe, dans plusieurs plantes, une substance composée de carbone, d'hydrogène et de nitrogène, qui ne contient point d'oxigène, et que l'on range néanmoins parmi les acides. C'est l'acide hydrocyanique, qui n'a point encore été rencontré dans les animaux, et qui ne se forme là qu'en certaines circonstances ou dans le cours d'opérations chimiques.

§ 93. Les combinaisons non acides, les oxides organiques, qui font la principale partie des corps organiques, présentent des différences considérables dans leur

(1) Braconnot, *Recherches sur un nouvel acide universellement répandu dans les végétaux* (*acide pectique*); dans *Annales de chimie et de physique*, février 1825, p. 173.

(2) L'acide benzoïque et l'acide oxalique se rencontrent quelquefois dans l'urine et ses concrétions, mais ils proviennent vraisemblablement alors des végétaux pris à titre d'aliment.

composition, suivant le règne auquel elles appartiennent. Quelques-unes, en petit nombre, sont communes à tous deux, comme l'albumine, l'osmazome, le sucre et les graines. L'osmazome, si abondant dans les animaux, est fort rare dans les plantes; mais Vauquelin l'a trouvé dans quelques champignons. Le sucre, avec toutes ses modifications, qui est un des principaux matériaux des plantes, s'observe au contraire rarement dans le règne animal. Le règne végétal se distingue particulièrement par une grande richesse en substances organiques composées de trois élémens, de carbone, d'hydrogène et d'oxigène. Parmi ces combinaisons ternaires, dont on compte une si grande variété, et que l'on peut par conséquent regarder comme les principes immédiats généraux de ce règne, se rangent: 1° l'amidon, avec ses deux modifications, l'inuline et la fécule de lichen; 2° la gomme et le mucus végétal; 3° le sucre, avec ses modifications, le sucre de canne, le sucre de raisin, la mannite, le sucre de champignon, la glycyrrhizine; 4° la fibre végétale ou ligneuse; 5° les résines très-chargées de carbone et très-combustibles, les résines liquides ou baumes, et les résines sèches.

Au nombre des combinaisons ternaires du règne végétal qui entrent moins généralement dans la composition des plantes, on compte 1° les huiles grasses et toutes leurs variétés; 2° les huiles volatiles, les huiles aromatiques, âcres et contenant de l'acide hydrocyanique; 3° le camphre; 4° les extraits et matières extractives; 3° les tannins.

Il n'y a qu'un très-petit nombre de matières organiques ternaires non nitrogénées dans les animaux. A cette catégorie appartiennent: 1° parmi les sucres, celui d'urine et celui de lait; 2° parmi les résines, la résine biliaire, la résine urinaire et le rouge résineux de l'écre-

visse; 3° parmi les huiles grasses, la graisse et le suif; 4° parmi les huiles volatiles, le castoréum, la civette et le camphre des cantharides.

§ 94. Les combinaisons organiques quaternaires, composées d'oxigène, de carbone, d'hydrogène et de nitrogène, sont fort nombreuses dans le règne animal, et font une des bases principales de la composition des corps appartenant à cette série. Parmi les plus répandues, celles qui entrent en plus ou moins grande quantité dans la composition de presque tous les animaux, on compte l'albumine, la fibrine, la gélatine, le mucus animal, l'osmazome. D'autres sont moins communes, telles que la matière salivaire, la matière caséeuse, l'hématine, l'urée et le noir de l'œil. Les combinaisons nitrogénées sont infiniment plus rares et moins nombreuses dans le règne végétal. Cette classe comprend, indépendamment de l'albumine végétale et de l'osmazome, qui est fort rare, la colle végétale ou gluten, la pollénine, l'indigo et plusieurs autres matières colorantes extractives. Enfin, on rencontre encore dans quelques plantes des combinaisons d'une espèce particulière, qu'on a désignées sous le nom d'alcalis végétaux, ou plus exactement de bases salifiables végétales, et dans la composition desquelles, outre beaucoup de carbone et un peu d'oxigène et d'hydrogène, il entre aussi du nitrogène. Telles sont la morphine, la narcotine, la strychnine, la brucine, la quinine, la cinchonine, la vératrine, l'émétine, la delphinine, la solanine, etc.

§ 95. Le principal résultat qui découle des détails dans lesquels je viens d'entrer, c'est que les combinaisons organiques des animaux sont, généralement parlant, plus composées que celles des plantes, étant presque toutes quaternaires, tandis que celles-ci sont au contraire pour la plupart ternaires. De même que la

nature a donné une composition plus compliquée aux corps organiques qu'aux corps inorganiques, de même aussi elle a rendu les combinaisons animales plus compliquées que les végétales. Les manifestations d'activité des corps organiques que nous appelons vie, quand nous les embrassons dans tout leur ensemble, présentent, suivant le groupe auquel elles appartiennent, selon la substance matérielle qui leur sert de base, des modifications spéciales, d'où résultent une vie végétale et une vie animale. Il existe en général cette différence entre les plantes et les animaux, relativement à l'opération chimiquè qui accompagne l'exercice de la vie en eux, que, comme je le montrerai plus au long dans la suite, en indiquant leurs fonctions, il y a continuellement chez les végétaux désacidification et production de substances combustibles, tandis que, chez les animaux, c'est une oxidation qui s'opère, une sorte de combustion de matières combustibles.

CHAPITRE II.

De la configuration.

§ 96. Si nous comparons d'abord les animaux avec les végétaux sous le rapport du volume et de la masse, nous voyons que les premiers, si l'on excepte quelques formes colossales, comme les cétacés, les éléphans, les rhinocéros, les autruches, les serpens gigantesques, les crocodiles, diverses sortes de tortues et de poissons, offrent en général, ou pour la plupart, des masses moins

volumineuses que les plantes. Presque tous les arbres se font remarquer par une grosseur très-considérable, et surpassent de beaucoup les animaux, même ceux dont il vient d'être question, relativement à la masse. D'un autre côté, les végétaux, à l'exception des cryptogames, ne présentent jamais de si petites formes que celles qu'on voit dans les classes des infusoires, des polypes, des vers, des mollusques, des insectes, des arachnides et des crustacés. Les manifestations d'activité qui constituent la vie des animaux paraissent donc limiter l'accumulation de la masse, tandis que la vie des plantes se manifeste principalement par l'accroissement de leur corps en volume.

§ 97. Les végétaux et les animaux se ressemblent, eu égard à la forme extérieure, en ce qu'ils sont terminés les uns et les autres par des lignes courbes ou onduleuses, ainsi que par des surfaces non planes et la plupart du temps arrondies. Les formes végétales et animales les plus simples, par exemple, certains champignons pulvérulens dans le règne végétal, et les monades dans l'autre, ont une grande ressemblance ensemble, à raison de leur forme globuleuse. Si nous faisons abstraction de ces plantes, de quelques autres qui sont allongées en filamens, les conferves, et de divers animaux présentant la même forme, les vibrions, on voit qu'il existe cette différence entre les végétaux et les animaux, relativement à la configuration, que les premiers ont une tendance prédominante à s'allonger et s'étendre, sous forme rameuse, dans deux directions opposées (1), tandis que les autres en ont une à se concentrer, et que leur corps prend de préférence la forme

(1) Ces plantes les plus simples ou celluleuses sont celles dans lesquelles on aperçoit le moins cette tendance.

d'une sphère ou d'un cylindre, dont la surface se hérisse de rayons.

§ 98. Le corps des plantes d'organisation compliquée, les phanérogames, est divisible, par une ligne horizontale, en deux moitiés, dont l'une se porte vers la lumière solaire, sous la forme de tige, avec divers prolongemens, branches, feuilles et fleurs, tandis que l'autre, constituant la racine, ses divisions et ses fibrilles, s'enfonce dans la terre, ou vers le sol des eaux, et fuit l'influence de la lumière (1). Au reste, on sait assez que les diverses plantes offrent une infinie diversité dans le nombre, la forme, la situation, la direction, la longueur, l'épaisseur et la disposition des deux parties qui se portent ainsi en sens opposé l'une de l'autre. Cependant chaque famille, chaque genre, chaque espèce, a son type particulier sous ce rapport.

§ 99. Chez les animaux, c'est toujours la forme globuleuse ou cylindrique qui prédomine plus ou moins, c'est-à-dire, qui fait la base. On peut s'en convaincre surtout dans les animaux les plus simples, les infusoires. Les monades représentent de véritables masses cylindriques ou ovalaires. Quand la sphère est aplatie ou déprimée, il en résulte la forme de plaque, que nous apercevons dans les cyclidies, les paramécies et les kolpodes. Que cette sphère ou l'ovoïde s'allonge en deux sens contraires, il en résulte le cylindre, dont les infusoires nous offrent déjà un exemple dans le genre enchelis. Le cylindre prolongé à un degré extrême produit la forme de fil, comme dans les vibrions. Ailleurs des ap-

(1) Decandolle, *Organographie végétale*, t. I, p. 249. « Un végétal est composé de deux cônes (dans les exogènes), ou de deux « cylindres (dans les endogènes), appliqués par leurs bases, disposés « dans le sens vertical, et s'allongeant indéfiniment par leurs extré- « mités. »

pendices surviennent au globule ou au cylindre, comme on en voit dans les trichodes, les céraunes et les cercaires. Si la sphère ou le cylindre s'ouvre sur un point quelconque, ce qui produit une bouche, et que cette ouverture soit entourée d'appendices en manière de rayons, nous avons la forme des polypes, des vorticelles, des hydres, des beroes, des actinies, etc. Lorsque la sphère ou le disque envoie des prolongemens à sa circonférence, il en résulte la forme rayonnante, que nous apercevons dans les méduses, les équorées, les eudores, les pélagies, les cassiopées, les porpites, etc. Ici l'ouverture buccale située au milieu du disque est dirigée en dessous.

§ 100. La forme globuleuse, cylindrique et rayonnée se montre à nous plus compliquée dans les entozoaires, les radiaires, les annélides et les mollusques. Les hydatides sont des vers intestinaux sous forme globuleuse; les ascarides et lombrics, sous forme cylindrique; les vers plats, sous forme de disque allongé; les ténias, sous forme de ruban articulé. Parmi les radiaires, il en est chez lesquels des prolongemens ou appendices en manière de rayons partent d'une sphère, comme dans les oursins, ou d'un cylindre, comme dans les holothuries, ou de la circonférence d'un disque, comme dans les astéries. Le corps des annélides est divisé par des étranglemens ou segmens qui ressemblent à des anneaux, soit sous forme cylindrique, comme dans les vers de terre, les dragonneaux et les siponcles, soit sous forme de ruban, comme dans les sangsues et les planaires. Le cylindre est garni de rayons à l'une de ses extrémités, où se trouve la bouche, comme dans les vers tubicoles; ou bien on observe, tant à cet endroit que sur le corps allongé en ruban, des appendices latéraux, de forme très-variée, comme dans les arénicoles,

les amphinomes, les néréides, les amphitrites et les aphrodites. Chez ces animaux, on distingue deux faces, une dorsale et une ventrale, et deux extrémités, l'une buccale ou céphalique, l'autre anale ou caudale. La forme des mollusques est très-variée; le corps forme un sac arrondi, ovale ou cylindrique, garni d'une bouche, et d'un anus, comme dans les ascidies et les biphores; ou bien il est ovale, ou oblong, comprimé latéralement, et garni sur les côtés de prolongemens membraniformes, dont les plus extérieurs, appelés le manteau, sont couverts d'écailles calcaires, comme dans les acéphales. Les coquilles sont symétriques, telles que celles des pinnes, des arches, des moules, des anodontes; ou non symétriques, comme dans les anomies, les huîtres, etc. Le corps est ovale et garni de membranes latérales en manière de nageoires, comme dans les hyales; ou cylindrique, pourvu d'un disque en dessus et de deux appendices en devant, comme dans les gastéropodes. Ici le dos est tantôt nu et libre, comme dans les limaces, tantôt couverts de pinceaux, comme dans les thétis, les tritonies et les éolides; tantôt enfin enveloppé d'une coquille calcaire, de forme très-variée, comme dans les patelles, les haliotides, les murex, les volutes, les turbo, les nérites, les janthines, etc. Enfin le corps est allongé, cylindrique ou ovalaire, et il a une tête séparée par un col, de laquelle partent des prolongemens rayonnés et armés de suçoirs, comme dans les céphalopodes.

§ 101. Chez les animaux d'un ordre supérieur ou plus composés, nous voyons plus ou moins distinctement les formes globuleuse et cylindrique, avec des prolongemens en manière de rayons, apparaître ensemble. La première se montre diversement modifiée à l'une des extrémités du corps, la tête. La seconde se manifeste

au tronc, tantôt régulièrement cylindrique, comme dans les serpens et quelques poissons; tantôt aplatie en façon de disque, dans les raies, les grenouilles et les tortues; par fois comprimée latéralement, comme dans la plupart des poissons, des sauriens, des oiseaux, et des mammifères. Enfin les prolongemens attachés aux deux côtés du tronc représentent les membres, les nageoires, les pattes et les ailes. La tête, le tronc et les membres sont séparés à l'extérieur par des échancrures, c'est-à-dire que les animaux sont extérieurement articulés, comme les insectes, les arachnides et les crustacés; ou bien la division est interne, et elle n'est indiquée au dehors que par des rétrécissemens plus ou moins prononcés, comme dans les mammifères. Chez ces derniers, la tête se partage à son tour en crâne et en face. Le tronc est plus ou moins sensiblement divisé en col, poitrine, ventre et appendice caudal. Les membres eux-mêmes présentent différens degrés dans leurs divisions. Chez tous les animaux on trouve trois oppositions bien exprimées, savoir extrémité céphalique et extrémité caudale, face dorsale et face ventrale, côté droit et côté gauche.

L'histoire naturelle enseigne du reste jusqu'à quel point les formes qui ne peuvent être qu'indiquées ici sont modifiées et combinées dans les nombreuses espèces animales.

§ 102. La plupart des animaux, savoir les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les crustacés, les arachnides, les insectes, les annélides et même un grand nombre de mollusques, sont symétriques, composés de deux moitiés semblables pour la forme et mues dans le sens longitudinal du corps. Il y en a peu qui fassent exception à cette règle; tels sont, parmi les poissons, les pleuronectes, qui ont les deux yeux rejetés d'un seul

côté du corps ; tels sont encore quelques gastéropodes chez lesquels les orifices des organes respiratoires, de l'anus et des parties génitales sont situés sur le côté, et divers conchifères dont les deux valves ne sont point symétriques. La symétrie se montre dans la disposition rayonnée chez les radiaires. Elle disparaît chez la plupart des animaux dont le tronc est rameux. Cependant les coraux eux-mêmes doivent à proprement parler être rangés parmi les animaux symétriques, puisqu'il faut moins les regarder comme des êtres simples que comme des réunions d'individus nombreux dans chacun desquels on retrouve la symétrie.

On ne peut pas méconnaître qu'il règne également une certaine symétrie dans les plantes, ainsi que Decandolle l'a démontré naguère encore (1); mais elle n'y est ni aussi prononcée, ni de la même espèce que chez les animaux. En particulier le corps de ces êtres n'est point composé de deux moitiés ayant la même forme et unies dans le sens du diamètre longitudinal. C'est seulement dans quelques parties des plantes, les feuilles, les fleurs, les capsules, les fruits et les graines, que nous apercevons souvent une disposition symétrique de cette espèce, de même que nous en voyons presque toujours une rayonnée dans l'arrangement des organes qui servent à la reproduction.

(1) *Organographie végétale*. Paris, 1827, t. II, ch. 2. *Sur la symétrie végétale*.

CHAPITRE III.

De l'agrégation ou structure (1).

§ 103. Les animaux et les végétaux sont composés les uns et les autres de parties liquides et de parties solides. Cependant la quantité des liquides est en général plus considérable dans les premiers que dans les plantes (1); aussi ont-ils plus de mollesse. Il y a même

(1) 1º Sur l'anatomie des plantes. — M. Malpighi, *Anatome plantarum.* Londres, 1675, in-fol. — N. Grew, *Anatomy of plants.* Londres, 1682, in-fol. — I. Hill, *Construction of timber.* Londres, 1770, in-8. — K. Sprengel, *Anleitung zur Kenntniss der Gewaechse.* Halle, 1802, 1807, in-8. — *Vom Bau und der Natur der Gewaechse.* Halle, 1812, in-8. — C.-F. Brisseau-Mirbel, *Traité d'anatomie et de physiologie végétales.* Paris, 1802. *Exposition et défense de ma théorie de l'organisation végétale.* Amsterdam, 1808. Paris, 1809, in-8. — Aubert du Petit Thouars, *Essai sur l'organisation des plantes.* Paris, 1806, in-8. — L.-C. Treviranus, *Vom inwendigen Baü der Gewæchse.* Goettingue, 1806, in-8. — C.-A. Rudolphi, *Anatomie der Pflanzen.* Berlin, 1807, in-8. — H.-E.-F. Link, *Grundlehren der Anatomie und Physiologie des Pflanzen.* Goettingue, 1807, in-8. *Nachtrag.* Goettingue, 1809, in-8. — I.-I.-P. Moldenhauer, *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen.* Kiel, 1812, in-4. — D-.G. Kieser, *Mémoires sur l'organisation des plantes.* Harlem, 1814, in-4. Decandolle, *Organographie végétale.* Paris, 1827, in-8. — 2º Sur l'anatomie des animaux : I.-F. Blumenbach, *Handbuch der vergleichenden Anatomie.* Goettingue, 1805, in-8., 1824. — G. Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée.* Paris, 1809, 5 vol. in-8. — G. Jacopi, *Elementi di fisiologia e notomia comparativa.* Milan, 1808, 3 vol. in-8. — E. Home, *Lectures of comparative anatomy.* Londres, 1814, 4 vol. in-4. —C.-G. Carus, *Lehrbuch der Zootomie.* Léipzick, 1818, in-8. — J.-F. Meckel, *System der vergleichenden Anatomie.* Halle, 1821, in-8. — Ducrotay de Blainville, *De l'organisation des animaux,* ou *Principes d'anatomie comparée.* Paris, 1822, in-8.

(1) Cette règle présente, il est vrai, quelques exceptions, dans le nombre desquelles il faut ranger les plantes à feuilles charnues.

de la différence à cet égard entre les divers animaux, puisque ceux qui vivent dans l'air sont en général plus consistans que ceux qui font leur séjour dans l'eau, ce dont on peut se convaincre en comparant les mammifères, les oiseaux et les insectes avec les poissons, les mollusques aquatiques, les vers, les méduses et les polypes. Cette différence paraît tenir à ce que l'évaporation est fort abondante dans l'air, tandis qu'elle est moindre dans l'eau, où se fait en même temps l'absorption d'une grande quantité de liquide.

§ 104. Les parties liquides et solides des animaux et des plantes présentent des différences relativement à la forme et à la composition. Les liquides que l'on trouve dans les animaux compliqués, le chyle, le sang, le mucus, la salive, le suc pancréatique, la bile, l'urine et les liqueurs génitales diffèrent de ceux des végétaux, la sève, le cambium, la liqueur des nectaires et les liquides tant gommeux que résineux qui se déposent dans diverses cavités. En général, le nombre des liquides, surtout de ceux qui sont sécrétés, est plus grand chez les animaux que dans les plantes. Quant aux solides qui entrent dans la composition des uns et des autres, ils offrent de bien plus grandes différences, que je vais exposer brièvement.

§ 105. Les végétaux les plus simples, les plantes celluleuses ou acotylédonées, les algues, les champignons, les lichens et les mousses, quoique présentant une grande diversité dans leur configuration, sont composés d'une substance la plupart du temps homogène, formant des cellules arrondies ou oblongues, souvent en manière de sac, dans lesquelles se trouvent des liquides ou une substance grenue, sans qu'on puisse distinguer aucune sorte de tissu. Lors même qu'il existe à l'extérieur des parties qui diffèrent les unes des autres par la

forme, comme des racines, des tiges et des feuilles, ces parties ne présentent cependant point d'hétérogénéité sensible dans leur texture. Le passage des acotylédonées aux plantes plus composées est marqué par les charagnes, les fougères, les prêles, etc., dans lesquelles on aperçoit des tissus hétérogènes, mais qui deviennent prononcés surtout dans les phanérogames, monocotylédonées et dicotylédonées. Toutes ces plantes sont composées de tissu cellulaire, d'un tissu tubulaire ou vasculaire, de vaisseaux spiraux et de vaisseaux nourriciers, et enveloppées à l'extérieur par un épiderme bien apparent. On peut les appeler, avec Decandolle, plantes vasculaires.

§ 106. Le tissu cellulaire, première chose que l'on aperçoive dans la formation d'une plante ou d'une jeune partie de plante, est une substance molle, homogène, dans laquelle on distingue, avec le secours du microscope, de petites vésicules ou des globules, ainsi que l'ont démontré Malpighi, Grew, Sprengel, les frères Treviranus, Link et autres. Dans le tissu cellulaire développé, au contraire, se voient des vides, des cellules proprement dites, entourés de parois membraneuses solides, ayant des formes et une grandeur différentes, et contenant des matières diverses. Ces cellules, d'après les reches de Treviranus, Kieser, Dupetit-Thouars (1), Pollini (2), Amici (3), Dutrochet (4), Turpin (5) et Decandolle (6), paraissent être composées de vésicules placées les unes à côté des autres et confondues ensemble. Dans le tronc et la tige, le tissu cellulaire entoure les

(1) *Essai sur la végétation*, *Ess.*, 3, p. 66.
(2) *Elément botan.*, t. I, p. 43, fig. 5.
(3) *Osservaz. microscop.* fig. 19, 20, 23, 30.
(4) *Recherches sur la struct. végét.* Paris, 1824, p. 10, 47.
(5) *Mém. lu à l'Ac. des sc. de Paris*, 1826.
(6) *Organographie végétale*, t. I, p. 20.

vaisseaux spiraux, de même que dans l'écorce il enveloppe aussi les vaisseaux nourriciers contenant le cambium. Au milieu du bois des arbres et des arbrisseaux, il représente la moelle. Il existe souvent entre les cellules, de la moelle surtout, et, dans les graminées, entre les vaisseaux spiraux, des vides oblongs ou des conduits, que L.-C. Treviranus a nommés canaux intercellulaires. Dans la moelle, principalement dans la tige des ombellifères, le chaume des graminées et les pétioles des plantes aquatiques, le tissu cellulaire forme des vides ou espèces de sacs pleins d'air, qui sont les réservoirs pneumatiques de Rudolphi. Enfin, il laisse, dans l'écorce et le bois de certaines plantes, des vides oblongs et clos, qui contiennent des liquides résineux, huileux, muqueux ou gommeux : ce sont les réservoirs ou conduits du suc propre, que L.-C. Treviranus a décrits.

§ 107. Le tissu tubulaire ou vasculaire, sur lequel les naturalistes livrés spécialement à l'étude de l'anatomie végétale ont tant discuté, se montre sous deux formes différentes, celle des vaisseaux spiraux et celle des vaisseaux nourriciers. Les premiers font une partie principale du bois et des faisceaux ligneux : on les trouve dans la racine, le tronc, les branches, les pédoncules et les pétioles ; de là ils se répandent dans les nervures réticulées des feuilles, ainsi que dans les veines dont les pétales sont parsemés. C'est ce que nous savons par les recherches de Labaisse (1), Reichel (2), Comparetti (3), Schwagerman (4), Sprengel (5) et autres. Ces vaisseaux spiraux pénètrent même dans les filets des étamines,

(1) *Diss. sur la circulation de la sève des plantes.* Bordeaux, 1733, in-8.

(2) *De vasis plantarum spiralibus.* Léipzick, 1738, in-4.

(3) *Prodroma di fisica vegetabile*, p. 19.

(4) *Verhandl. der maatschap te Harlem*, t. XX, p. 180, t. XXI, p. 118.

dans le pistil et jusque dans les fruits. On les rencontre, formant des faisceaux isolés, dans le chaume des graminées, de même que dans les tiges des plantes herbacées, tandis que, dans le bois des arbres et des arbrisseaux, ils sont fortement serrés les uns contre les autres, et constituent ainsi le corps ligneux. Il n'y en a aucun vestige dans l'écorce. On doit considérer comme de simples variétés de ces vaisseaux, les tubes ligneux décrits par Malpighi, ainsi que les vaisseaux séveux indiqués par Grew. Les vaisseaux annulaires, les vaisseaux rétiformes ou à escaliers, les vaisseaux ponctués et les vaisseaux à chapelet de Mirbel, paraissent être aussi des modifications des vaisseaux spiraux.

On voit clairement, dans le bois des jeunes branches, que les vaisseaux spiraux sont formés de fibres minces, visqueuses, extensibles, élastiques et tournées en spirale, qu'on peut dérouler, et dont les tours constituent les parois d'un canal, lequel n'est garni ni d'une membrane interne, ni d'une membrane externe, d'après les recherches de Schwagerman, de Comparetti, de Link, de Rudolphi, de L.-C. Treviranus, de Sprengel et autres. Ces vaisseaux paraissent principalement destinés à contenir le liquide qui, surtout au printemps, monte des racines aux différentes parties des plantes, et porte le nom de sève.

§ 108. Les autres vaisseaux sont les vaisseaux nourriciers ou du cambium, ceux dont on connaît le moins bien la situation, la structure et la disposition. Malpighi, Grew, Hill et autres, ont déjà admis dans les plantes des vaisseaux particuliers qui contiennent le suc propre, comparable au sang des animaux, destiné à la nutrition, et qui le distribuent dans tout le végétal. Les expériences de Knight ont rendu probable que la sève absorbée par les racines, et conduite par les vaisseaux

séveux du bois dans les feuilles, éprouve là, par l'influence de la respiration, un plus haut degré d'assimilation, et que, ramenée ensuite des feuilles par des vaisseaux particuliers, elle va se répandre dans les diverses parties, pour y subvenir aux besoins de la nutrition. J.-P. Moldenhauer (1) a réussi, dans plusieurs plantes, le bananier et le maïs, à découvrir des vaisseaux particuliers, pleins d'un suc trouble et coloré, qu'il appelait fibreux. G.-R. Treviranus (2) a constaté l'existence de ces vaisseaux dans le bois et sous l'écorce, chez diverses plantes; il a donné le nom de suc plastique au suc trouble, laiteux et chargé de globules, qui les remplit, et l'a considéré comme le liquide nourricier proprement dit, perfectionné par l'élaboration. Schultz (3) a eu le mérite de démontrer, dans un grand nombre de plantes, la présence de ces vaisseaux spéciaux qui ramènent le suc des feuilles. Il les appelait vaisseaux vitaux, et donnait au suc qu'ils renferment le nom de suc vital.

Ces vaisseaux, d'une structure extrêmement délicate, sont situés, sous la forme de faisceaux, le long des vaisseaux spiraux des feuilles, des tiges et des pétioles, dans les plantes herbacées. Chez les plantes qui ont un corps ligneux et une écorce sensiblement prononcée, ainsi que dans la racine et la tige des arbres et arbrisseaux, on les trouve dans la couche interne et molle de l'écorce, ou dans la substance corticale; de là ils se répandent dans le bois et le tissu cellulaire. Leurs parois sont formées d'une pellicule homogène, délicate, blanche et transparente. Ce sont eux qui renferment le

(1) *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen*, p. 130.

(2) *Ueber die Gefaesse und den Bildungssaft der Pflanzen;* dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 145.

(3) *Von der Natur der lebendigen Pflanzen*, t. I, p. 515.

liquide formateur ou nourricier proprement dit, lequel se produit, sous l'influence de l'air et de la lumière, avec la sève montante des racines et du tronc dans les feuilles, et se distribue aux différentes parties, pour y opérer la nutrition, l'accroissement et la sécrétion.

§ 109. Ces tissus élémentaires, combinés et disposés d'un nombre infini de manières, composent le corps de toutes les plantes vasculaires, avec leurs diverses parties, les racines, le tronc ou la tige, les feuilles, les fleurs et les fruits, quelque grandes et nombreuses que soient les différences que leur forme extérieure présente suivant les familles, les genres et les espèces (1). Si nous avons égard aux manifestations d'activité que ces parties déploient, nous remarquons qu'elles se bornent à celles qui ont pour but la nutrition, l'accroissement, la génération et la formation des plantes, savoir : l'absorption des matières alimentaires, leur assimilation, la respiration, le mouvement du suc, la nutrition, la sécrétion, et enfin les actes de la génération. Les parties peuvent être divisées, relativement aux fonctions, en celles dont les manifestations d'activité opèrent la conservation de l'individu, et celles qui, accomplissant la génération de l'espèce, tendent au maintien de cette espèce. Dans la première classe sont comprises la racine, le tronc ou la tige et les feuilles ; à la seconde appartiennent les fleurs, les fruits, les graines, les bourgeons, les tubercules et les ognons. Il sera plus convenable d'examiner leur structure dans la section suivante, consacrée à faire connaître les manifestations d'activité ou phénomènes vitaux des plantes.

(1) DECANDOLLE (*Organographie végétale*, t. I, p. 5), dit : « la « texture intime des végétaux, vue aux plus forts microscopes, offre « peu de diversité. Les plantes les plus disparates par leurs formes « extérieures se ressemblent à l'intérieur à un degré vraiment « extraordinaire. »

§ 110. Les tissus et parties qui entrent dans la composition des animaux sont infiniment plus nombreux que chez les végétaux, et en même temps d'une nature toute particulière. Quant à ce qui concerne les tissus généralement répandus dans les organismes animaux, et qu'on rencontre dans tous, à l'exception des animaux les plus simples, les infusoires, les polypes, les méduses et plusieurs autres zoophytes, lesquels consistent en une masse gélatineuse ou muqueuse, ce sont le tissu cellulaire, les vaisseaux, les nerfs et les fibres musculaires. Ceux-là peuvent être considérés comme les tissus élémentaires, dont les combinaisons et dispositions représentent les divers organes. Il faut y joindre encore quelques autres tissus moins généralement répandus, tels que le tendineux ou fibreux, l'osseux et cartilagineux, et le corné. Nous allons esquisser rapidement la nature et les qualités de ces tissus.

§ 111. Le tissu cellulaire ou muqueux est le plus généralement répandu, depuis les zoophytes jusqu'à l'homme, parmi ceux qui entrent dans la composition de tous les animaux. Il se présente sous l'aspect d'une substance homogène, blanchâtre, demi-transparente, molle, presque muqueuse, extensible, douée d'un certain degré de viscosité, et un peu contractile pendant la vie. Il absorbe facilement des liquides, et il est perméable aussi aux matières aériformes. Primitivement il ne contient point de vides ni d'excavations; mais il se laisse aisément distendre par l'air et les liquides, de manière à produire des cellules. Suivant la remarque faite pour la première fois par Rudolphi (1), cette différence existe entre le tissu cellulaire des plantes et celui des animaux, que le premier offre des cellules plus ou

(1) *Anatomie der Pflanzen*, p. 26.

moins régulières, à parois fermes et consistantes, tandis qu'on ne voit rien de semblable dans le second. D'un côté, le tissu cellulaire remplit les interstices des organes, de l'autre, il entre dans la texture de ces organes eux-mêmes, et y contient ou renferme tous les autres tissus. Celui qui sert d'enveloppe renferme un liquide aqueux et transparent, le sérum. Chez les animaux plus compliqués, on trouve souvent dans son intérieur, en différens endroits, une substance opaque, blanche ou jaune, qui est renfermée dans des sacs arrondis, plus ou moins grands. C'est la graisse, qui, d'après les recherches de Chevreul, se compose de stéarine et d'élaïne.

§ 112. Le tissu cellulaire condensé et étendu en surfaces forme la base des tégumens communs, ainsi que des membranes qui sécrètent le mucus, le sérum et la synovie. Condensé en chorion, il forme celle des tégumens communs, et renferme ainsi en lui-même tous les organes du corps animal. Il se réfléchit par diverses grandes ouvertures dans les cavités du corps, où il se continue avec les membranes muqueuses. Chez beaucoup d'animaux, la peau produit des appendices rameux ou foliacés, les branchies, qui président à la respiration dans l'eau. La peau qui, chez la plupart des animaux, est parsemée d'un grand nombre de vaisseaux et de nerfs, entretient une réciprocité d'action avec les milieux environnans. D'une part, il se fait en elle absorption de matières aériformes ou liquides; d'autre part, il s'y opère une excrétion de matières gazeuses par la transpiration, ou de substances liquides sous la forme de sueur, de mucus ou de graisse. Les nerfs qui se rendent à la peau lui communiquent un degré plus ou moins élevé de sensibilité pour les impressions mécaniques ou chimiques, aussi bien que pour les variations de température.

§ 113. Les membranes muqueuses formées d'un tissu cellulaire condensé, pourvues presque toutes d'une multitude de nerfs et de vaisseaux, et dont la face interne sécrète des liquides, tapissent toutes les cavités qui s'abouchent au dehors ou communiquent avec la surface du corps, le sac alimentaire, ou canal intestinal, avec les conduits excréteurs des glandes qui s'y abouchent, les trachées et les poumons, les organes urinaires et les cavités des organes génitaux. Elles font ainsi la base des divers organes qui président à la susception et à l'assimilation des alimens, à la respiration aérienne, à la sécrétion des humeurs, à la préparation et à l'émission des liquides génitaux.

§ 114. Le tissu cellulaire condensé en membranes, et parsemé de vaisseaux déliés, fait aussi la base de sacs plus ou moins considérables, et fermés de toutes parts, qu'on appelle membranes séreuses et synoviales. La face interne libre et polie de ces sacs sécrète une humeur aqueuse, tenant de l'albumine en dissolution, qui est continuellement reprise au moyen de l'absorption. L'externe, au contraire, tient à divers organes par un tissu cellulaire lâche. Ces membranes favorisent, par leur face interne libre et sécrétoire, les mouvemens des organes qu'elles tapissent.

Les membranes séreuses renferment des organes dans lesquels s'exécutent des mouvemens involontaires ou automatiques. Elles enveloppent le cœur, les poumons, le canal intestinal, avec ses appendices glanduleux, et les organes chargés de préparer le liquide générateur. Le cerveau et la moelle épinière, avec les origines des nerfs, sont également entourés d'une membrane séreuse délicate, dont l'existence est relative aux mouvemens que la circulation et la respiration leur communiquent.

Des membranes synoviales se trouvent chez les animaux pourvus d'un squelette intérieur articulé, à l'extrémité des os qui sont mobiles les uns sur les autres, de même qu'en plusieurs endroits entre des tendons, principalement dans les points où ils passent sur des gouttières osseuses. Ces membranes, avec leur produit sécrétoire, la synovie, ont pour but de faciliter les mouvemens volontaires.

§ 115. Les vaisseaux, que l'on rencontre dans la grande majorité des animaux, chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les crustacés, les arachnides, les insectes, les mollusques, les annélides et les radiaires, et qui renferment le suc nourricier ou plastique préparé avec les alimens et assimilé, sont des canaux ramifiés dans l'intérieur du corps, dont les troncs se continuent les uns avec les autres d'une manière immédiate, ou qui communiquent ensemble par l'intermédiaire des cavités du cœur. Ils ont pour base une membrane mince, lisse à sa face interne, arrosée par le suc nourricier, et composée de tissu cellulaire condensé. Cette membrane, qui s'enfonce aussi dans les cavités du cœur, forme, en divers endroits et dans différentes sections du système vasculaire, des replis, les valvules, qui règlent la direction que doit suivre le sang mis en mouvement par les parois musculeuses du cœur ou par les parois contractiles des vaisseaux. Cette membrane est garnie extérieurement d'un tissu de nature spéciale. Celle de ses portions qui se répand à travers les cavités du cœur, et qui unit ensemble les troncs vasculaires, est couverte de fibres musculaires disposées par couches. Quant aux parois de la plupart des vaisseaux, elles offrent un tissu particulier, fibreux, jaune blanchâtre ou rougeâtre pâle, qu'on peut appeler fibre vasculaire. Ce tissu, qui entoure les vaisseaux tantôt

circulairement, et tantôt dans le sens de leur longueur, est doué d'une faculté contractile propre. Les vaisseaux se partagent, chez les animaux compliqués, en trois ordres, artères, veines et lymphatiques.

§ 116. Les vaisseaux qui se ramifient vers la périphérie du corps, en partant, pour la plupart, des cavités du cœur, sont appelés artères. Ils se distinguent par l'épaisseur de leur tissu vasculaire, qui les entoure circulairement. Leur membrane interne et lisse ne produit de valvules qu'à leur sortie du cœur, pour empêcher le liquide qu'ils charrient de refluer dans cet organe. Le sang contenu dans leur intérieur, d'un côté, est conduit par eux aux différens organes, qui en extrayent les matériaux nutritifs, et de l'autre est la source à laquelle sont puisées les différentes humeurs. C'est dans une section particulière du système artériel, qui se ramifie au milieu des organes respiratoires, que la conversion du suc nutritif grossier en sang s'opère par l'effet d'une susception de substances puisées dans l'air atmosphérique et d'une élimination d'acide carbonique et d'eau.

§ 117. D'autres vaisseaux, qui tirent leur origine des organes, et qui sont en connexion immédiate avec les ramifications les plus déliées des artères, se réunissent en rameaux, branches et troncs, qui vont s'ouvrir dans les cavités du cœur ou se confondre avec des troncs artériels. Ce sont les veines. Leur membrane interne et lisse forme, chez la plupart des animaux, des valvules dirigées vers les troncs et les cavités du cœur. Leur tissu vasculaire est mince, et presque entièrement disposé dans le sens de la longueur des vaisseaux. Les veines ramènent au cœur et aux troncs artériels le résidu du sang qui n'a point été employé à la nutrition des organes et à la sécrétion de liqueurs spéciales. Elles ser-

vent aussi à absorber certaines substances. Enfin, une des sections de ce système, qui naît des organes respiratoires, ramène au cœur ou aux troncs artériels le sang préparé avec le suc nutritif grossier.

§ 118. Les lymphatiques constituent un troisième ordre de vaisseaux, qu'on n'a rencontrés jusqu'à présent que dans les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons. Ils tirent leur origine des diverses membranes, muqueuses, séreuses et synoviales, et du derme, dont la base est du tissu cellulaire condensé, ainsi que du tissu cellulaire répandu dans les interstices et le parenchyme des organes. Il n'est pas encore bien démontré que ces vaisseaux naissent des membranes, ou de tout autre tissu quelconque, par des orifices béans, en sorte qu'on regarde comme une chose vraisemblable qu'ils proviennent immédiatement du tissu cellulaire ou muqueux. Ces vaisseaux se réunissent en rameaux, branches et troncs, et s'anastomosent avec les veines, de manière qu'on peut les regarder comme un appendice du système veineux. Leur membrane interne et lisse est garnie, chez la plupart des animaux, de nombreuses valvules dirigées vers les troncs. On n'a pas clairement reconnu l'existence d'une tunique fibreuse en eux. Leur fonction consiste à absorber le liquide préparé avec les alimens dans le canal intestinal, ainsi que les substances liquides qui sont mises en contact avec les tégumens communs et les membranes muqueuses. Ils reprennent aussi les liquides sécrétés dans les membranes séreuses et synoviales, de même qu'ils président à l'absorption des matériaux constitutifs des organes qui sont redevenus liquides dans la substance même de ces derniers. La disposition de leurs valvules, et leur dilatation au-dessous d'une ligature par laquelle on les embrasse sur l'animal vivant, prouvent que les liquides qu'ils con-

tiennent marchent des rameaux dans les branches, et par conséquent des organes vers les troncs veineux dans lesquels ils s'abouchent.

§ 119. Un autre tissu particulier aux animaux est celui des nerfs. L'existence de ces organes chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons, était déjà connue des naturalistes grecs. Les recherches anatomiques de Swammerdam, Willis et Redi, en ont fait découvrir aussi dans les crustacés, les insectes, les mollusques et les annélides. Mais il était réservé à l'esprit observateur des modernes d'en apercevoir également dans plusieurs des animaux les plus inférieurs, les étoiles de mer, les actinies, les pyrosomes, les ascidies et quelques entozoaires, auxquels on les refusait encore à l'époque de Haller. Les infusoires, les polypes, les méduses, divers autres zoophytes et la plupart des entozoaires, sont les seuls animaux dans lesquels on n'a point encore réussi à démontrer leur existence le scalpel à la main. Mais comme nous apercevons, chez ces animaux, des phénomènes qui ont lieu par l'intermède de nerfs chez les animaux d'un ordre plus élevé, savoir la sensibilité et le mouvement volontaire, il n'est point hors de vraisemblance que, chez ceux-là, la substance nerveuse se trouve confondue avec leur masse gélatineuse ou muqueuse, sans se manifester sous la forme d'un tissu particulier.

§ 120. Autant qu'on peut en juger d'après les recherches faites jusqu'à ce jour, le tissu des nerfs consiste, chez tous les animaux, en une masse molle, blanche et peu consistante, la pulpe nerveuse. Cette masse est composée de petits globules, plongés au milieu d'une substance demi-fluide, dans un tissu cellulaire ou muqueux délicat, qui sert à les réunir ensemble. C'est ce qui résulte des observations microscopiques faites à ce

sujet. Les globules sont disposés pour la plupart en séries longitudinales, et représentent les fibres médullaires ou nerveuses. Ces fibres sont entourées de tissu cellulaire condensé, produisant des tubes ou canaux qu'on désigne sous le nom de névrilème. Chez les animaux pourvus d'un système vasculaire, des vaisseaux déliés pénètrent dans les enveloppes des nerfs et dans la substance médullaire. Chez ceux qui ont un système lymphatique, on aperçoit aussi des vaisseaux lymphatiques dans le névrilème. Les vaisseaux président à la nutrition de la substance nerveuse, et aux changemens de composition que ses manifestations d'activité entraînent pendant la durée de la vie.

§ 121. Toutes les parties de la substance nerveuse sont liées ensemble dans les corps. Une portion est disposée en rayons, qu'on désigne sous le nom de nerfs, et dont les ramifications déliées entrent dans la composition de presque tous les organes et tissus ; une autre est concentrée en masses plus ou moins volumineuses, ganglions nerveux, centres et cordons médullaires. La réunion de ces derniers produit le cerveau et la moelle épinière. On aperçoit encore, dans les points où la substance médullaire est accumulée, une autre substance plus molle, d'un gris rougeâtre ou jaunâtre, également composée de globules et d'un tissu muqueux abondant, dans laquelle des vaisseaux très-nombreux se ramifient à l'infini : c'est la substance grise.

§ 122. L'appareil nerveux préside, pendant la vie, à l'activité spirituelle ou aux opérations de l'âme, à la sensation, à la perception, à la conscience et à la volonté, phénomènes qui distinguent essentiellement les animaux des végétaux. Les nerfs qui pénètrent dans les divers tissus leur procurent l'aptitude à être affectés par les excitations. Le système lui-même, pro-

duisant des excitations, fait entrer en action les muscles soumis à la volonté. En outre, il exerce une influence automatique, et hors de la portée de la conscience, sur les organes et appareils dont les fonctions maintiennent le corps animal dans la forme et la composition qui lui sont propres, et lui permettent d'accomplir ses manifestations d'activité. Il préside à l'ingestion des alimens, influe sur la digestion et la préparation du chyle, donne l'impulsion aux mouvemens respiratoires, et, par le moyen du mouvement du sang, détermine la nutrition et la sécrétion. Les fonctions relatives à la conservation de l'espèce, ou les fonctions génitales, sont placées aussi sous la dépendance du système nerveux. En un mot, ce système est l'appareil le plus important du corps animal, celui auquel se rapportent, pendant la vie, les manifestations d'activité de toutes les autres parties et de tous les autres organes, celui pour lequel existent ces derniers, qui sont plus ou moins influencés et déterminés par lui dans la manière dont ils agissent. Répandu dans le corps entier de l'animal, il est le lien qui unit les organes, qui les ramène à l'unité, qui les entretient dans cette réciprocité d'action et dans cette concordance harmonique dont le principal résultat est la conservation de l'individu et de l'espèce.

§ 123. Des muscles existent chez les animaux de toutes les classes, depuis les mammifères jusqu'aux radiaires. On en a découvert dans un grand nombre d'entozoaires. On aperçoit même dans les actinies, quelques méduses et autres zoophytes, des faisceaux musculaires tissus avec la peau extérieure. Les infusoires, les polypes et divers autres animaux gélatineux sont les seuls dans lesquels on n'ait point aperçu de tissus musculeux. Les muscles de tous les animaux sont composés de faisceaux

blancs, jaunâtres ou rouges, mous, réunis par du tissu cellulaire, et formés eux-mêmes de fibres déliées, sur la nature desquelles les anatomistes ont beaucoup discuté. Tout ce qu'on peut assurer jusqu'à présent, c'est que ces fibres ne sont pas creuses, mais pleines. Plusieurs naturalistes prétendent avoir reconnu, à l'aide du microscope, qu'elles sont composées de globules, qui paraissent disposés en séries et réunis par leurs extrémités. Les muscles ont pour base une matière animale, la fibrine, qui prend la forme filamenteuse en se déposant du sang. Chez les animaux avancés en âge, il pénètre dans ces organes des nerfs, qui répandent leurs ramifications déliées entre les faisceaux et entre les fibres. En outre, les muscles de tous les animaux pourvus d'un système vasculaire sanguin reçoivent un très-grand nombre de vaisseaux, qui leur amènent du sang et président à leur nutrition, les rendant ainsi capables d'exercer leurs manifestations propres d'activité.

§ 124. Pendant la vie, les muscles ont la propriété de se raccourcir, se condenser ou se contracter, à l'occasion d'excitations agissant sur eux ou sur les nerfs; et, quand ces excitations cessent, de se relâcher et de revenir à leur première situation. Cette propriété porte le nom d'irritabilité. Les excitations qui provoquent la contraction des muscles sont ou des volitions, c'est-à-dire, des stimulus engendrés dans les masses de matière nerveuse, d'où ils se propagent aux organes musculaires par le moyen des nerfs, ou des influences que le sang et les divers liquides sécrétés exercent sur des muscles creux, ou enfin des stimulations occasionées soit par les alimens et l'air qui pénètrent dans les cavités des animaux, soit par des causes mécaniques ou chimiques qui agissent extérieurement sur le corps de ces derniers. Les parties musculeuses douées de l'irrita-

bilité accomplissent la plupart des mouvemens qui ont lieu chez les animaux.

§ 125. La disposition des muscles varie beaucoup dans les animaux. Les uns, formant une masse dense et ferme, sont appliqués à la face interne des tégumens communs, comme dans les entozoaires, les radiaires, les annélides et certains mollusques, en connexion avec des coquilles calcaires, comme dans les mollusques univalves, bivalves et multivalves, ou insérés à des parties cornées ou terreuses, articulées extérieurement, comme dans les insectes et les crustacés. Chez les animaux pourvus d'un squelette articulé intérieur, les poissons, les reptiles, les oiseaux et les mammifères, la plupart des muscles s'attachent aux os. Ces muscles produisent les mouvemens des membres et du corps entier. On en trouve aussi à la bouche, dans les organes de la mastication, des sens, de la respiration, de la voix et de l'accouplement, dont les mouvemens sont exécutés par eux. Une autre portion du tissu musculaire est étendue sur la face externe des membranes. Les faisceaux charnus, plus ou moins épais, qui enveloppent la membrane interne et lisse du système vasculaire sanguin, sur les points où les veines se réunissent avec les troncs artériels, représentent le cœur, organe principal de la circulation du sang. Des expansions musculeuses se trouvent aussi à la face externe de toutes les membranes muqueuses. Celle de la membrane muqueuse du sac intestinal accomplit le mouvement des substances alimentaires introduites dans cette cavité, et des sécrétions liquides qui s'y mêlent pour aider à la digestion. Celle de la membrane muqueuse des poumons et des trachées prend part au renouvellement de l'air dans ces organes. Une autre, qui tapisse les uretères et la vessie, opère le mouvement de l'urine préparée par les reins.

Enfin, la couche étendue sur la membrane muqueuse de l'appareil génital des deux sexes préside à celui de la liqueur séminale et des œufs.

§ 126. Les os et les cartilages, les plus dures et les plus denses de toutes les parties des animaux, ne diffèrent pas essentiellement les uns des autres sous le rapport des substances qui entrent dans leur composition. Tous contiennent une substance animale combustible et plusieurs matières inorganiques. La première se dissout dans l'eau et se convertit en colle par l'ébullition. Elle en constitue la base, et prend leur forme organique pendant la vie. Elle est pénétrée par les matières inorganiques, phosphate de chaux, carbonate calcaire, et autres sels divers, qui s'y déposent de la masse des humeurs, dans les actes de la nutrition et de la formation. C'est la proportion de ces matières relativement à la substance animale, qui fait qu'une partie est un os ou un cartilage. Tous les os commencent par être des cartilages, et ceux-ci, au moment de leur apparition dans le fœtus, sont composés d'une substance demi-fluide, analogue au tissu cellulaire ou muqueux, dans laquelle se dépose d'abord une matière susceptible de se coaguler et de se durcir, probablement de l'albumine, qui semble n'acquérir les propriétés de la gélatine que par l'effet de l'ébullition. Dès que le tissu cellulaire en est pénétré, il paraît sous la forme d'une masse presque homogène, assez semblable à de l'albumine coagulée, qui est la substance cartilagineuse. A mesure que les matières terreuses s'y déposent, on voit paraître des fibres dures et réticulées, qui représentent le système osseux. Ces fibres sont tantôt lâches et écartées, formant alors le tissu interne, celluleux ou spongieux, des os, tantôt disposées en plaques ou couches, qui sont serrées les unes contre les autres, tiennent ensemble

par des fibres, et constituent le tissu compacte extérieur ou cortical. Tout os qu'on prive de ses matières terreuses par l'action des acides reparaît avec les qualités d'un cartilage, en tant qu'elles dépendent de la composition chimique, mais conserve néanmoins la forme organique de l'os.

§ 127. Les os, dans lesquels se répandent des vaisseaux sanguins déliés qui président à leur nutrition, varient beaucoup chez les animaux sous le rapport de leur configuration, de leur arrangement et de leurs connexions. Chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons, ils sont situés dans l'intérieur du corps, séparés des tégumens communs par les muscles. Cependant, la peau les recouvre immédiatement dans un grand nombre de points, sur la tête des poissons et des reptiles, ainsi que sur les boucliers pectoraux et dorsaux des tortues. En leur qualité de parties dures et solides, ils fournissent une enveloppe protectrice à la masse centrale du système nerveux, le cerveau et la moelle épinière, sur lesquels ils se moulent dans le fœtus, où ils ne paraissent qu'après eux. La moelle épinière est entourée d'os annulaires, mobiles les uns sur les autres, les vertèbres, dont le nombre est jusqu'à un certain point proportionné à celui des nerfs qui naissent de la moelle elle-même, et dont la face externe procure, au moyen des prolongemens dont elle est garnie, des points d'attache aux muscles. D'autres os, sur lesquels on reconnaît encore quelques traces de la forme des vertèbres, et qui sont réunis ensemble, dans leurs sutures, par de la masse cartilagineuse, produisent le crâne, ou l'enveloppe du cerveau et des origines des nerfs. Un grand nombre de pièces osseuses, prenant leur appui sur le crâne, et, laissant entre elles des vides, donnent naissance aux cavités qui logent les organes

des sens. Quelques-unes, articulées ensemble de manière à conserver leur mobilité, forment la cavité buccale. Les dents, chargées de diviser les alimens, sont implantées dans ces os, auxquels s'attachent aussi les muscles dont l'action détermine la susception, l'atténuation et la déglutition des substances alimentaires. Avec les os du tronc s'articulent latéralement, chez les mammifères, les oiseaux et la plupart des reptiles, les côtes courbées en arc, dont les extrémités antérieures ou inférieures, presque toujours formant des os à part, vont rejoindre les pièces du sternum. Les côtes enveloppent et protégent les organes respiratoires, le cœur et les organes de la digestion. Chez les tortues, où elles sont larges et réunies par des sutures, ainsi que les os sternaux, elles produisent la carapace et le plastron. Dans les poissons, on trouve des os arqués, mobiles et semblables à des côtes, qui s'articulent sur le crâne, et qui fournissent des points d'appui aux branchies.

Les os des membres représentent des leviers de différens genres, qui sont retenus dans les articulations par des organes solides, quoique flexibles, les ligamens, et que la contraction des muscles auxquels ils servent d'insertion rend aptes à exécuter des mouvemens dont la direction et l'étendue varient d'après la forme des surfaces articulaires. Les os des membres postérieurs, qui s'articulent avec la colonne vertébrale chez la plupart des animaux, produisent par leur réunion une cavité appelée bassin, dans laquelle sont logés les organes génitaux, le réservoir de l'urine et l'extrémité inférieure du sac alimentaire.

§ 128. On rencontre aussi des os dans les organes des sens de plusieurs animaux, où ils servent de point d'appui et d'attache à des muscles. Tels sont les pièces de l'hyoïde, l'anneau osseux et les écailles osseuses

dans l'œil de plusieurs oiseaux, de divers poissons, et les osselets de l'ouïe. De même, des lames osseuses contribuent à l'agrandissement de la membrane olfactive. On trouve dans le cœur de plusieurs ruminans un os auquel s'attachent des faisceaux musculaires. Chez quelques animaux, la verge et le clitoris ont un soutien osseux. Enfin, il en est aussi qui présentent des lamelles osseuses dans la peau; tels sont les tatous, les crocodiles et plusieurs poissons, les cofres et balistes, les esturgeons, etc.

§ 129. Parmi les cartilages, les uns sont des disques élastiques qui tapissent les extrémités d'os articulés ensemble et mobiles; les autres servent à réunir des pièces osseuses qui ne peuvent exécuter aucun mouvement; plusieurs contribuent à former certaines cavités, tels sont ceux des côtes, des pièces sternales et des os du bassin; quelques-uns enfin soutiennent des organes mous et en déterminent la forme, comme les cartilages du nez, de l'œil, des paupières, du larynx et de la trachée-artère.

§ 130. Les manifestations de la vie dans les os et les cartilages se réduisent aux seuls phénomènes de la nutrition et de la formation, qui les maintiennent en jouissance de leur forme et des autres qualités nécessaires à l'accomplissement de leur rôle.

§ 131. Les os des animaux vertébrés peuvent être comparés, sous le rapport de la composition chimique, de la structure et de la destination, aux enveloppes et coquilles calcaires des mollusques et des crustacés, qui sont ou confondues avec les tégumens communs, ou déposées entre eux et l'épiderme, et auxquelles s'attachent la plupart des muscles. Les coquilles des mollusques, qui présentent tant de différences relativement à la forme et au nombre de leurs pièces, ainsi qu'à leur

grandeur et à leur mode d'union avec les corps, sont composées, suivant Hatchett, de couches lamelleuses, membraneuses, semblables à de l'albumine coagulée, dans lesquelles se déposent les matières terreuses, principalement du carbonate et quelquefois aussi du carbonate de chaux. Les parties dures des crustacés, qui représentent un squelette articulé extérieur, sont formées, d'après les analyses de Hatchett, John, Merat-Guillot et Chevreul, d'une substance animale semblable à l'albumine, d'une grande quantité de carbonate calcaire et d'un peu de phosphate de chaux, avec des traces de phosphate de magnésie et de chlorure de sodium. Chez les insectes, les tégumens cornés tiennent lieu des os, et fournissent des points d'attache aux muscles. Ils sont composés d'albumine coagulée et sèche, de quelques traces de sels, et d'une matière particulière, découverte depuis peu par Odier, la chitine. Les parties articulées et mobiles, en forme de vertèbres, qu'on aperçoit chez les astéries, sont analogues aux os, de même que les pièces engrenées des oursins, qui contiennent une matière animale, avec beaucoup de carbonate et un peu de phosphate calcaire. Enfin, on peut encore rapporter à la même catégorie les coraux, qui tantôt forment un tronc servant de soutien pour la masse molle et gélatineuse due à la réunion de plusieurs polypes, comme dans les gorgones, les sertulaires et les isis, et tantôt logent les polypes dans leurs cellules et interstices, comme on le remarque chez les madrépores, les tubipores, etc. Les coraux cornés ou terreux eux-mêmes sont composés d'une substance animale coagulée, qui ressemble à l'albumine, et de carbonate calcaire en proportion variable.

§ 132. Des parties tendineuses ou fibreuses, affectant des formes et des dispositions différentes, se rencon-

trent principalement chez les animaux des quatre classes supérieures, les vertébrés. Le tissu qui en fait la base représente des filamens argentins, brillans, durs, fermes et flexibles, qui paraissent être composés d'un tissu cellulaire très-condensé et pénétré d'albumine coagulée. Par une longue immersion dans l'eau, ils se résolvent en une substance floconneuse, qui ressemble au tissu cellulaire. L'ébullition les convertit, comme les cartilages, en gélatine. Une portion du tissu fibreux est étendue en membranes, et adhère à la face externe des os et des cartilages, où elle porte le nom de périoste et de périchondre. D'autres membranes fibreuses, constituant ce qu'on appelle les aponévroses, enveloppent des muscles, qu'elles retiennent ainsi dans la situation respective où ils doivent rester pour que les mouvemens puissent s'accomplir. Des organes fibreux, diversement configurés, fixent les os aux articulations, comme les ligamens articulaires, ou remplissent les vides qu'ils laissent entre eux, comme les ligamens interosseux. Aux extrémités ou origines des muscles se voient des cordons fibreux, les tendons, au moyen desquels les os sont attirés pendant la contraction des fibres musculaires. Enfin, la nature s'est servi de membranes fibreuses pour envelopper et protéger des parties délicates et molles; telles sont celles du cerveau et de la moelle épinière, la sclérotique de l'œil, la membrane fibreuse qui entoure le réseau vasculaire de la verge et du clitoris, celle de la rate, avec ses appendices réticulés, et la tunique albuginée du testicule. Une combinaison des tissus fibreux et cartilagineux donne lieu aux cartilages fibreux ou ligamenteux que l'on rencontre sur divers points. Les parties fibreuses ne reçoivent pour la plupart qu'un petit nombre de vaisseaux, qui président à leur nutrition. La vie ne se manifeste en elles que par

la nutrition et leur maintien en jouissance de la forme et de la composition chimique qui leur sont propres, avec les qualités qui en dépendent.

On peut comparer aux parties fibreuses des animaux vertébrés les masses ligamenteuses des mollusques qui retiennent ensemble les valves dans la charnière. Les parties jointes aux muscles que l'on observe chez les crustacés et les insectes, sont à la vérité également dures, blanches et brillantes, mais elles ne sont point à proprement parler fibreuses.

§ 133. Enfin, le tissu corné fait la base de parties dont les unes occupent la face externe ou la peau des animaux, tandis que les autres sont disséminées à la surface de la membrane muqueuse des appareils digestif et génital. Il se présente sous la forme d'une substance parfaitement homogène, transparente, plus ou moins solide et diversement colorée, sans vaisseaux ni nerfs. Chez tous les animaux vertébrés, il produit, sur les tégumens communs, une couche d'épaisseur variable, composée souvent de plusieurs lamelles, qu'on appelle épiderme, et qui est la limite extrême du corps animal. Chez les animaux qui vivent dans l'air, l'épiderme est sec, semblable à de la corne, et plus épais aux endroits qui supportent des frottemens, tels que la plante des pieds, la paume des mains, la face enroulante des queues préhensiles, les callosités des fesses, etc. Chez ceux qui se tiennent dans l'eau, les cétacés, les batraciens, les tritons et les poissons, il est mou, presque muqueux. On voit aussi un véritable épiderme sur les écailles calcaires et les croûtes cornées des crustacés, des insectes, des mollusques et des échinodermes, de même que sur la peau nue des limaces et des annélides. Ce n'est que chez les animaux mous et gélatineux qu'on ne peut pas l'apercevoir distinctement. Le tissu corné fait aussi la

base des diverses parties qui servent à couvrir ou protéger les animaux, des poils, soies, épines, écailles, plumes, boucliers, ongles, sabots, ainsi que de l'étui des cornes et des becs.

La membrane muqueuse du sac alimentaire est aussi couverte, dans beaucoup d'endroits, d'une pellicule semblable, qui y prend le nom d'épithélium. Cette pellicule se hérisse assez souvent, sur la langue, de pointes et d'écailles. Elle est bien marquée à la face interne de l'œsophage, ainsi qu'à celle de la panse des ruminans, de l'estomac du pangolin, du gésier de presque tous les oiseaux, de l'estomac de certains crustacés et insectes, etc.

Le tissu corné se montre quelquefois à la surface de la membrane muqueuse des parties génitales, notamment de la verge, sous la forme d'épines ou d'écailles. C'est ce que l'on observe entre autres chez les chats, plusieurs rongeurs, les serpens, etc.

§ 134. Ces tissus, dont les uns sont généralement répandus, et se rencontrent chez tous les animaux, à l'exception des plus simples, tandis que les autres sont bornés à certaines classes seulement, produisent, par leur association en plus ou moins grand nombre, et par leurs divers modes de combinaison et d'arrangement, les parties sur lesquelles on tombe immédiatement quand on dissèque un animal, et qu'on appelle organes pour l'exercice de certaines fonctions. Tels sont le canal intestinal, le foie, les glandes salivaires, le cœur, les poumons, les branchies, les reins, les testicules, les ovaires, le cerveau, la langue, les yeux, les muscles, les os, etc. Aucun de ces organes ne résulte d'un tissu seul, et il y en a toujours plusieurs qui se réunissent pour lui donner naissance. Ceux qui entrent, en plus ou moins grande abondance, dans la composition de presque tous les

organes, sont le tissu cellulaire, les vaisseaux et les nerfs, dont les diverses parties forment un tout continu dans le corps entier de l'animal. Parmi ceux qui, unis aux précédens, ne contribuent qu'à la production de certains organes, se rangent les tissus musculaire, fibreux, cartilagineux et osseux, qui ne forment pas un tout continu dans le corps entier, mais sont plus ou moins isolés, ou bornés à certains organes. Les organes produits par l'association de tissus différens, présentent plusieurs degrés sous le rapport de la composition : le canal intestinal, les poumons, les glandes, les organes des sens, le cerveau, les parties génitales, etc., en un mot tous ceux qu'on appelle viscères, sont très-composés ; les muscles, les os, les cartilages, les ligamens et les diverses membranes le sont moins.

§ 135. Les organes se réunissent, chez les animaux, en groupes qui, pendant la vie, ont la faculté d'accomplir une fonction principale par leur activité réunie. On peut donner le nom d'appareils à ces groupes. Ainsi, on distingue les appareils pour la digestion, pour la respiration, pour le mouvement du sang, pour le sentiment, pour la locomotion, pour la génération, etc. Tous les animaux supérieurs ou parfaits résultent d'une collection de divers appareils, qui sont enchaînés les uns aux autres par les tissus généralement répandus dans le corps, les nerfs et les vaisseaux, et dont le nombre et la composition sont d'autant plus considérables que les manifestations d'activité ou de vie qu'on aperçoit chez ces êtres sont elles-mêmes plus nombreuses.

En portant notre attention sur les fonctions qui sont accomplies par les appareils, nous pouvons nous convaincre que, comme dans les plantes, elles sont relatives, les unes à la conservation des individus, et les autres au maintien de l'espèce. Parmi les premières se

rangent la digestion ou assimilation des alimens dans le canal intestinal, l'absorption, la respiration, la circulation du sang, la nutrition et la sécrétion. A la seconde classe appartiennent les fonctions des appareils génitaux. Indépendamment de ces fonctions, on en trouve d'autres encore, chez les animaux, qui consistent dans l'exercice de manifestations d'activité dont les végétaux sont tout-à-fait dépourvus, savoir, les opérations de l'âme. L'appareil chargé de l'accomplissement de ces fonctions spéciales est le système nerveux. A la périphérie de l'appareil nerveux se trouvent des organes ou des appareils plus petits, les organes des sens, qui, exposés aux impressions du monde extérieur, peuvent déterminer des excitations diverses dans le système nerveux. En outre, les nerfs ont des connexions très-multipliées avec les muscles qui sont fixés, soit à la peau, soit aux parties cornées ou terreuses articulées et mobiles, et qui constituent, de concert avec ces parties, l'appareil locomoteur. L'animal peut, en vertu d'excitations engendrees dans son système nerveux, produire des mouvemens divers, au moyen desquels il réagit par sa propre activité sur le monde extérieur, adapte celui-ci à ses penchans, à ses sentimens, à ses besoins, à ses idées, et se procure les conditions extérieures nécessaires au maintien de la vie, tant dans l'individu que dans l'espèce. L'animal peut aussi, par des mouvemens, se soustraire aux influences du dehors qui lui seraient nuisibles, ou combattre contre elles.

§ 136. Les animaux sont donc des corps organiques d'espèce particulière, ayant pour base des tissus propres, qui sont plus nombreux et plus diversifiés que chez les plantes. Ces tissus représentent des organes et des appareils variés, tandis que les végétaux ont des organes et des appareils moins saillans. En même temps

qu'une plus grande complication et diversité dans l'organisation, nous remarquons aussi, chez les animaux, une somme de manifestations d'activité différentes plus considérable que dans les plantes. Les phénomènes de leur vie ne consistent pas, comme ceux des végétaux, dans les seules fonctions de la nutrition, de la génération et de la formation ; mais ils en présentent d'autres encore qui leur sont particuliers, savoir, ceux de la sensation, de la perception et du mouvement volontaire, que nous réunissons sous le nom collectif de phénomènes de la vie animale.

Indépendamment de ces différences entre les animaux et les plantes, il en existe encore quelques autres, sur lesquelles nous allons glisser rapidement.

§ 137. On remarque, dans l'organisation des animaux, une tendance bien prononcée à produire un grand nombre de parties différentes, soit simples, soit tout au plus doubles, et alors de forme absolument pareille, c'est-à-dire, de concilier le plus grand nombre d'organes avec la plus grande diversité de conformation, ainsi que l'a démontré J.-F. Meckel (1). Parmi les organes uniques, on compte le cerveau et la moelle épinière, le cœur, le canal intestinal, les os situés sur la ligne médiane ou dans l'axe du corps, notamment ceux de la base du crâne, les vertèbres et les pièces sternales, enfin, les muscles sphincters, qui sont peu nombreux, et le diaphragme. Quoiqu'il entre souvent un très-grand nombre d'os dans la composition de la colonne vertébrale, cependant la plupart du temps chacun d'eux a une forme tellement caractéristique, dans les animaux composés, qu'on peut les considérer comme étant tous uniques. La catégorie des parties paires ou doubles

(1) *System der vergleichenden Anatomie*, t. I, p. 18.

comprend la plupart des organes des sens, les mâchoires, les dents, les glandes salivaires, les poumons et les branchies, les reins, les testicules et les ovaires, les os latéraux de la tête et du tronc, ceux des membres, enfin, la plupart des muscles, qui sont seulement doubles, en ayant égard à la forme, mais présentent cependant cette grande différence, que l'on peut reconnaître en eux s'ils appartiennent au côté droit ou au côté gauche du corps. Les poils, les plumes et les écailles, sont les seules parties que l'on trouve multipliées en grand nombre sous la même forme. On voit souvent aussi, chez les animaux d'une structure simple, particulièrement chez les radiaires, des parties externes et internes se répéter plusieurs fois sous une même forme.

Dans les plantes, au contraire, prédomine la tendance à multiplier souvent jusqu'à des centaines et des milliers de fois des parties qui se ressemblent pour la forme, comme le prouvent particulièrement le chevelu des racines, les feuilles et les fleurs.

§ 158. Les végétaux et les animaux sont l'inverse les uns des autres à l'égard de la disposition et de la situation des organes. Dans les plantes, toutes les parties reconnaissables comme organes particuliers, les racines, les feuilles et les fleurs, avec le calice, les étamines et le pistil, sont situées à l'extérieur, tandis que, dans leur intérieur, il n'y a point d'organes spéciaux manifestement prononcés, ainsi que G.-R. Treviranus (1) l'a fait voir. Chez les animaux, au contraire, tous les organes importans, ceux qui sont nécessaires à la conservation de l'individu et de l'espèce, et ceux qui exécutent les manifestations animales d'activité, occupent l'intérieur du corps. Les organes digestifs, la plupart du temps aussi

(1) *Biologie*, t. I, p. 169.

ceux de la respiration, le cœur, les divers organes sécrétoires, le système nerveux, les muscles et les organes chargés de préparer les liqueurs génitales, se trouvent à l'intérieur, enfermés pour la plupart dans des cavités particulières, et entourés d'enveloppes membraneuses propres. Il n'y a que les organes moins importans, dont la destination est de servir à la conservation immédiate du corps, les organes des sens, souvent aussi ceux de l'accouplement, et les diverses parties en connexion avec les tégumens communs, comme les poils, les plumes, les écailles, les ongles et les parties cornées, qui soient placés à l'extérieur.

On aperçoit donc dans les plantes une tendance au déploiement extérieur et à l'expansion périphérique de l'organisation, ainsi qu'Aristote l'avait déjà remarqué. Mais chez les animaux prédomine celle à ramener les parties au dedans, et à concentrer les organes dans l'intérieur. C'est pourquoi on a dit que les plantes sont des animaux retournés en dehors, et les animaux des plantes retournées en dedans.

§ 139. A cette opposition qu'on remarque entre les animaux et les végétaux, sous le rapport de la situation et de la disposition des parties, se rattache l'existence, chez les premiers, d'organes centraux, comme les appelle Bichat, qui ne se voient point dans les plantes. Chez tous les animaux compliqués, et cela d'une manière d'autant plus sensible que leur organisation est plus complexe, on aperçoit des organes situés dans l'intérieur du corps, sur la ligne médiane ou l'axe, et impairs pour la plupart, d'où naissent des prolongemens rayonnés, qui s'étendent par tout le corps, en gagnant la périphérie. Cette classe d'organes centraux comprend le cerveau et la moelle épinière, les amas de substance nerveuse qu'on nomme ganglions nerveux, et le muscle

creux qui a des connexions avec les troncs vasculaires sanguins, c'est-à-dire, le cœur. Du cerveau, de la moelle épinière et des ganglions nerveux partent en rayonnant les nerfs, qui entrent dans la composition de tous les organes et qui les lient aux organes centraux. Les troncs vasculaires qui communiquent avec les cavités du cœur, et qui renferment le liquide nourricier ou formateur, le sang, se partagent en branches successivement décroissantes, dans les ramifications les plus déliées aboutissent à la périphérie du corps, dans les différens organes.

Les organes centraux étant liés avec tous les organes de l'animal par leurs prolongemens rayonnés, les nerfs et les vaisseaux sanguins agissent sur eux pendant la vie, les enchaînent les uns aux autres, et sont les sources de la réciprocité d'action qui existent entre eux. Plus les phénomènes de la vie deviennent intenses et multipliés chez les animaux, plus aussi les manifestations d'activité des organes et appareils placés à la périphérie dépendent de celles des organes centraux.

Il n'y a point, chez les plantes, d'organes centraux qui envoient des prolongemens dans le corps entier, et qui en unissent intimement ensemble les diverses parties. C'est ce que Schulz (1) a démontré naguère. De là vient que les diverses parties d'un végétal ne sont point aussi étroitement enchaînées et aussi dépendantes les unes des autres, dans leurs manifestations d'activité, que le sont les organes et appareils des animaux. Les plantes n'ont point de centres, point d'organes centraux, comparables au cerveau et au cœur des animaux.

§ 140. Chez le plus grand nombre des animaux, no-

(1) *Die Natur der lebendigen Pflanzen*, t. I, p. 98.

tamment chez tous ceux qui ont une organisation compliquée, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les crustacés, les insectes, les arachnides et les annélides, règne, dans la structure intime, notamment dans les appareils de la vie animale proprement dite, une symétrie bien marquée, et telle que ces organes sont formés de deux moitiés égales, ou qu'ils se répètent dans chaque moitié du corps. Cette disposition est sensible surtout dans le cerveau et la moelle épinière, qui sont composés de deux moitiés pareilles, confondues sur la ligne médiane. On la retrouve même, d'après les observations d'Autenrieth (1), dans les pleuronectes, malgré le défaut partiel de symétrie qui se voit à l'extérieur chez ces animaux. Tous les nerfs et les organes des sens, les organes locomoteurs, le squelette et les muscles ont également une conformation symétrique. Cette symétrie se remarque de même dans plusieurs organes servant à la nutrition et à la génération, l'appareil masticatoire et les glandes salivaires, dans les organes de la circulation, le cœur, les reins et les organes génitaux. Le canal intestinal lui-même, quoiqu'en général non symétrique sous le rapport de la situation, est composé de deux moitiés égales. Cette symétrie intérieure paraît tenir principalement à la nature et surtout au mode de formation et de développement du système nerveux. Du moins ce système est-il de tous les appareils symétriques celui qui paraît le premier dans le fœtus. La symétrie des autres appareils est en connexion intime avec la sienne, qui paraît être aussi la cause de celle qu'on aperçoit à l'extérieur. Chez les animaux dont la forme extérieure est rayonnée, le système nerveux et les parties intérieures ont aussi une disposition rayonnée.

(1) Wiedemann, *Archiv fuer Zoologie und Zootomie*, t. I, p. 4.

Les plantes, qui n'ont pas d'organe central symétrique, ne présentent non plus, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, aucune trace de cette division en deux moitiés égales qui semble être la loi de l'organisation animale.

§ 141. Le caractère de l'individualité, qui n'appartient qu'aux corps vivans, est plus prononcé chez les animaux que chez les végétaux. Plus la structure des animaux paraît compliquée, plus leurs organes et appareils sont nombreux et variés, plus les organes centraux, le cœur et le cerveau, sont prononcés et développés, moins aussi ces êtres peuvent perdre de parties sans cesser de vivre, et plus leur est applicable l'idée de Kant que les corps organiques sont des êtres dont les parties jouent, les unes par rapport aux autres, le rôle de cause et d'effet, de moyen et de but. Au contraire, plus leur structure est uniforme et simple, moins on aperçoit en eux d'organes centraux prononcés, et plus ils se prêtent à être divisés sans perdre la vie, comme il arrive à plusieurs annélides, entozoaires, radiaires et polypes.

Les plantes, qui sont dépourvues d'organes centraux, dont les diverses parties se ressemblent davantage à l'égard de la structure, et ne sont ni soumises à une réciprocité d'action si exacte, ni aussi étroitement enchaînées de manière à former un tout unique, paraissent moins concentrées en elles-mêmes que les animaux. La plupart des végétaux vivans, les arbres et les arbrisseaux, sont divisibles, et les parties qu'on en détache peuvent devenir de nouvelles plantes, comme le prouvent la multiplication par marcottes et celle même de certains végétaux par leurs feuilles (1). Les parties

(1) On trouve dans les ouvrages suivans des exemples nombreux de plantes provenant de feuilles. AUGUSTIN MENDIROLA, *Manuale de 'i Gardinieri*. Vicence, 1652, in-12. — G.-A. AGRICOLA, *Versuch einer*

des végétaux font aisément échange ensemble de leurs formes et de leurs fonctions, et peuvent se remplacer les unes les autres (1) Elles ne sont donc point aussi distinctes que celles des animaux. Aussi les plantes, surtout celles qui sont vivaces, doivent-elles, ainsi que l'ont démontré Darwin (2), Du Petit-Thouars (3) et Decandolle, être considérées plutôt comme des agrégations d'individus que comme les individus proprement dits. On parvient même, par le moyen de la greffe, à réunir des individus différens sur un même pied.

§ 142. Le caractère sexuel établit, entre les animaux et les végétaux, une différence frappante, sur laquelle

allgemeinen Vermehrung aller Bæume, Strauden und Blumengewæchse. Ratisbonne, 1716, in-fol.—Thuemmig, *De arboribus ex folio educatis*. Halle, 1721. — Willdenow, *Grundriss der Gewæchskunde*, p. 487. — Thouin (*Annales du Mus. d'hist. nat.*, t. XII, p. 226, t. XIV, p. 101) a même élevé de jeunes plantes avec des feuilles annuelles du *Cactus opuntia*. — Schweigger (*Naturgeschichte der skelettlosen Thiere*, p. 52.) a obtenu dix jeunes plantes d'une seule feuille de *Verrea crenata*. — Hedwig (*Sammlung zerstreuter Abhandlungen*, t. II, p. 125) et Brandis (*Versuch ueber die Lebenskraft*, p. 105) ont vu des ognons naître de feuilles détachées du *Fritillaria regia*.

(1) Un arbre que l'on plante en terre, après l'avoir retourné, pousse des feuilles de ses racines, et des racines de ses branches, comme l'ont établi les expériences d'Agricola, Magnol, Hales, Duhamel (*Physique des arbres*, t. II), et autres.

(2) *Phytonomia*. Londres, 1800, in-4., vol. 1. — Darwin regardait les bourgeons et les branches qui en naissent comme des individus.

(3) *Organographie végétale*. Paris, 1827, t. II, p. 238. « Nous con-« sidérons comme un individu tout germe développé; savoir : 1o tan-« tôt une graine, en supposant que, comme cela a lieu dans quelques « plantes annuelles, elle produit une tige sans ramifications; 2o tantôt « une branche considérée comme un germe quelconque développé. « Aussi, dans ce sens, un arbre est un agrégat de l'individu primitif « provenu de la graine et de tous les individus provenus de germes « non fécondés, et qui se sont développés les uns sur les autres, et « ont formé les prolongemens ou les ramifications de l'individu pri-« mitif. »

Hedwig (1) a le premier appelé l'attention. En effet, il est à demeure chez tous les animaux pourvus d'organes génitaux proprement dits, tandis que, dans les plantes, il est passager et borné seulement à une courte période de leur existence. En général, les organes génitaux des animaux ne sont point détruits après avoir rempli leur fonction, et chez les animaux dont la vie dure plus d'un an à l'état adulte, ils peuvent servir plusieurs fois. Toutes les plantes, au contraire, tant annuelles que vivaces, ne sont pourvues d'organes génitaux que pour un court espace de temps. Ces organes se détruisent par le fait même de l'accomplissement de leur fonction, et les plantes retombent ensuite dans l'état asexuel, tel que celui où les animaux se trouvent dans les premiers temps seulement de leur existence embryonnaire. Tous les ans, les plantes vivaces poussent de nouvelles fleurs, et ce n'est qu'alors qu'elles offrent complètement le caractère de l'espèce.

§ 143. Les organes qui préparent la manière génitale, tant mâle que femelle, sont, chez la plupart des animaux, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons (2), les crustacés, les arachnides, les insectes, presque tous les mollusques, les céphalopodes en particulier, les ascarides parmi les entozoaires, etc., répartis sur des individus différens, et l'espèce est représentée

(1) Leske et Hindenburg, *Leipziger Magazin zur Naturkunde*, 1784, cah. 2, p. 215.

(2) Il n'est pas encore suffisamment démontré qu'il existe parmi les poissons de véritables hermaphrodites, c'est-à-dire, des individus réunissant les deux sexes, comme l'ont prétendu Cavolini (*Erzeugung der Fische*, p. 82), pour quelques espèces de perches, et tout récemment Ev. Home (*Phil. Trans.*, 1823, t. II, p. 267, 1825, t. I, p. 120), pour les lamproies, les myxines et les anguilles. Jacobi l'a mis en doute pour le barsch (*Element. di fisiologia e notomia comparata*, t. III, p. 128). Bojanus dit avoir trouvé une lamproie mâle.

par des êtres pourvus d'organes sexuels différens. Chez un petit nombre d'animaux inférieurs, les organes des deux sexes se trouvent réunis sur un même individu, qu'on appelle alors hermaphrodite. Ce cas a lieu, parmi les mollusques, chez les gastéropodes des genres *helix*, *limax* et autres, et suivant les recherches de Home (1), dans les *lepas*. Les deux sexes sont réunis aussi, dans la classe des annélides, chez les sangsues et les vers de terre, et, dans celle des entozoaires, chez les ténias. Quoique là chaque individu représente l'espèce, cependant il est peu de ces animaux qui puissent se féconder eux-mêmes; la plupart du temps l'influence réciproque des parties génitales de deux individus, c'est-à-dire, un double accouplement, est nécessaire pour accomplir l'œuvre de la génération, comme il arrive chez les gastéropodes cités plus haut et les vers de terre.

Chez la plupart des plantes, au contraire, les parties génitales mâles et femelles sont réunies dans une même fleur, et ces êtres sont alors hermaphrodites; ou bien les organes sexuels se rencontrent sur un même pied, mais dans des fleurs différentes, et les plantes sont alors monoïques. Ce dernier cas a lieu, parmi les monocotylédonées, dans des plantes appartenant aux familles des aroïdées (*arum*, *calladium*), des typhacées (*typha*, *sparganium*), des cypéroïdées (*carex*, *scleria*), des palmiers (*areca*, *cocos*, *caryota*), des graminées (*zea*, *coix*); parmi les dicotylédonées, dans des végétaux faisant partie de celles des conifères (*panus*, *casuirina*, *thuya*, *cupressus*), des myrificées (*hernandia*), des urticées (*urtica*), des euphorbiacées (*croton*, *jatropha*, *ricinus*, *buxus*), des amentacées (*fagus*, *carpinus*, *betula*, *quercus*, *corylus*, *juglans*). Les organes génitaux sont distri-

(2) *Philosophical Transact. for the year* 1823, t. I, p. 140.

bués sur des individus différens d'une même espèce, qui porte alors le nom de dioïque, parmi les monocotylédonées, dans des plantes appartenant aux familles des pandanées (*pandanus*), palmiers (*phœnix*), asparaginées (*smilax, dioscorea, ruscus*); et parmi les dicotylédonées, dans des plantes faisant partie des familles des conifères (*juniperus*, *araucaria*), myristicées (*myristica*), urticées (*cannabis, humulus*), amentacées (*salix, populus, broussonetia, myrica*), euphorbiacées (*mercurialis*), chénopodées (*atriplex*), térébinthacées (*pistacia*), etc.

Il arrive donc plus souvent aux végétaux qu'aux animaux de réunir en eux les deux sexes, et de représenter ainsi l'espèce entière, en même temps qu'ils constituent une réunion d'individus, puisqu'ils portent fréquemment une multitude de fleurs, tandis que chez les animaux, le nombre des testicules et des ovaires ne surpasse jamais deux chez un individu. Suivant G.-R. Treviranus (1), la réunion dans une fleur des organes appartenant aux deux sexes, et un nombre indéterminé de ces organes, sont les caractères du maximum de l'organisation végétale, tandis que le contraire est celui du minimum de cette même organisation. Chez les animaux, au contraire, la répartition des organes génitaux sur des individus différens est une preuve d'organisation plus parfaite ou plus compliquée.

§ 144. Chez la plupart des animaux qui sont pourvus des deux sexes, la différence entre le mâle et la femelle n'est pas bornée uniquement aux parties génitales, mais s'étend encore à d'autres qui n'ont point de rapport immédiat avec les fonctions de la génération. Les mâles et les femelles, chez les animaux, présentent des diffé-

(1) *Biologie*, t. I, p. 432.

rences, tant dans la conformation du corps, que sous le rapport du volume, de l'existence d'organes particuliers, et du développement plus ou moins considérable de certains autres, que dans les manifestations de la vie. C'est ce que J.-F. Meckel (1) a fait voir d'une manière très-détaillée, en parcourant les diverses classes du règne animal. Au contraire, chez les plantes à sexes distincts, cette différence n'existe pas du tout, ou n'est du moins pas aussi prononcée. Ainsi, dans un arbrisseau de la Cochinchine, le *pselium heterophyllum*, Lour., les individus mâles ont des feuilles cordiformes, rondes et obtuses, tandis que celles des individus femelles sont ovales et pointues. H.-F. Autenrieth (1) dit avoir observé que les plantes femelles ont, au total, plus de branches et de feuilles que les mâles, et que leurs feuilles sont en même temps plus larges. Il ajoute encore que les graines d'où proviennent des pieds femelles sont plus arrondies et un peu plus légères que celles d'où sortent des pieds mâles. Mais ces différences ne sont pas toujours sensibles.

§ 145. La principale conclusion qui découle des recherches et comparaisons auxquelles nous venons de nous livrer relativement à la structure des animaux et des végétaux, est que les premiers ont une organisation plus compliquée, plus développée et par cela même plus parfaite. Les nombres de tissus, organes et appareils consacrés à l'exercice des diverses manifestations de la vie est évidemment plus considérable dans la majeure partie des animaux que chez les plantes. Ces êtres nous offrent des parties non-seulement plus nombreuses et plus diversifiées, mais encore mieux développées ou

(1) *System der vergleichenden Anatomie*, t. I, p. 229.

(2) *De discrimine sexuali jam in seminibus plantarum dioicarum apparente*. Tubingue, 1821, in-4.

plus saillantes. Toutes ces parties sont unies par les liens d'une réciprocité d'action plus intime, elles sont plus dépendantes les unes des autres, et plus concentrées en un seul tout. L'organisation animale a de plus une tendance à diviser l'espèce en différens individus pourvus d'organes génitaux particuliers. Dans les végétaux, au contraire, il y a moins de tissus et de parties, les divers organes ressortent d'une manière moins saillante, et ils n'ont pas ensemble une réciprocité d'action si marquée, en un mot, l'individualité n'est pas si bien prononcée. Les plantes représentent davantage l'espèce et une réunion de plusieurs individus sur une seule souche. Enfin le caractère sexuel est plus temporaire, plus passager, et les végétaux en sont dépourvus pendant le temps le plus long de leur existence.

SECTION DEUXIÈME.

PARALLÈLE ENTRE LES MANIFESTATIONS D'ACTIVITÉ OU DE VIE DES PLANTES ET DES ANIMAUX (1).

§ 146. Examinons maintenant, par la voie de l'analyse, de l'induction et de la comparaison, les manifes-

(1) H.-L. DUHAMEL-DUMONCEAU, *La physique des arbres*. Paris, 1758, 2 vol. in-4. — VAN MARUM, *Diss. qua disquiritur, quousque motus fluidorum et ceteræ quædam animalium plantarumque functiones consentiunt*. Groningue, 1773, in-4. — MUSTEL, *Traité théorique et pratique sur la végétation*. Rouen, 1781, in-8. — ED. FRYAR, *De vita animantium et vegetabilium*. Leyde, 1785, in-4. — CH. DUMAS, *Essai sur la vie, ou Analyse raisonnée des facultés vitales*. Montpellier, 1785. — A. COMPARETTI, *Prodromo di fisica vegetabile*. Padoue, 1791, in-8. — C.-F. KIELMEYER, *Ueber die verhaeltnisse der organischen Kræfte unter einander in der Reihe der verschiedenen Organisationen, und die Gesetzte und Folgen*

tations d'activité des animaux et des végétaux qui constituent leur vie. Réduisons-les aux phénomènes les plus simples, puis recherchons jusqu'à quel point ceux-ci se ressemblent dans les deux groupes de corps vivans, et en quoi ils diffèrent. Etudions ensuite les rapports qu'ils ont les uns avec les autres, et les causes d'où ils dépendent. Appliquons alors aux conditions des manifestations d'activité le nom de forces, et donnons leur celui de forces spéciales, si nous ne pouvons pas faire évanouir les différences qu'elles présentent, ou les ramener les unes aux autres. Contemplons enfin la réciprocité d'action et de dépendance mutuelle des forces dans la production des phénomènes de la vie.

§ 147. Les manifestations d'activité des corps organiques en général peuvent être rapportées immédiatement à deux grandes classes, suivant qu'elles sont relatives à l'individu ou à la conservation de l'espèce. Parmi celles-là, les unes maintiennent l'individu dans la jouissance de sa composition chimique, de sa forme, de son organisation et de son activité propre, les autres consistent dans l'exercice des manifestations de l'ame. A la première catégorie appartiennent les fonctions nutritives, l'ingestion des alimens, l'absorption, l'assimilation, la respiration, le mouvement des humeurs, la nu-

dieser Verhaeltnisse. Stuttgard, 1793, in-8°, Tubingue, 1814 — F. A. de Humboldt, *Aphorismen aus der Physiologie der Pflanzen*. Léipzick, 1794, in-8°. — Brera, *Programma de vitae vegetabilis et animalis analogia*. Pavie, 1796, in-4°. — C.-G. Rafn, *Entwurf einer Pflanzen-Physiologie*. Copenhague, 1798. — J. Senebier, *Physiologie végétale*. Genève, 1800, 5 vol. in-8°. — E. Darwin, *Phytonomia*. Londres, 1800, 2 vol. in-4°. — Carradori, *Sulla vitalita delle piante*. Milan, 1807, in-8°. — D.-G. Kieser, *Aphorismen aus der Physiologie der Pflanzen*. Goettingue, 1808, in-8°. — L.-C. Treviranus *Beitraege sur Pflanzen-Physiologie*. Guettingue, 1811, in-8°. — P. Keith, *System of physiological botany*. Londres, 1816, 2 vol. in-8°.

trition et la sécrétion. On peut y ranger aussi le développement de substances impondérables, de chaleur, et, dans certaines circonstances, de lumière et d'électricité. L'autre catégorie, celle des manifestations de l'âme, comprend la sensation, la perception et la conscience, ainsi que l'instinct, les penchans, la volonté et les mouvemens provoqués par cette dernière. Les fonctions relatives à la conservation de l'espèce sont celles de la procréation, de la production, de la formation, de la maturation et l'expulsion du fœtus. Enfin, il y a encore des phénomènes de vie qui surviennent à des époques régulières pendant la durée de l'individu organique, comme les changemens ayant rapport au développement, les âges et les changemens journaliers et annuels.

Nous pouvons nous assurer par nos sens de l'existence des fonctions de la nutrition et de la génération, des mouvemens, des phénomènes relatifs au développement, des âges et des changemens qui, tous les jours et tous les ans, surviennent dans les corps vivans. Les opérations de l'âme, au contraire, dont nous n'avons la conscience que par le sens interne, la perception intérieure, ne peuvent jamais devenir pour nous un objet immédiat d'observation, quand elles sont exécutées par d'autres corps. Nous admettons seulement par analogie leur existence dans ces corps, lorsque nous apercevons en eux des instrumens semblables ou analogues à ceux au moyen desquels nous les accomplissons, ou quand nous voyons des actions que notre conscience nous apprend résulter de l'activité de l'âme ou d'une impulsion communiquée par elle.

En comparant les manifestations d'activité des corps vivans sous ce point de vue, nous arrivons à conclure que les végétaux et les animaux possèdent également les facultés de la nutrition et de la génération, ainsi

que les périodes de développement et d'âge, mais que, si l'on juge d'après les organes et les actions des corps organiques, les manifestations de l'âme appartiennent exclusivement aux animaux, et n'existent pas dans les plantes.

§ 148. Les phénomènes de la vie et les forces d'où ils dépendent feront le sujet d'autant d'articles distincts. Le premier article comprend les manifestations d'activité qui sont relatives à la nutrition. Le second traite du développement des impondérables, de la chaleur, de la lumière et de l'électricité. Dans le troisième nous examinons les mouvemens. Le quatrième embrasse les fonctions du système nerveux et des organes des sens. Le cinquième est consacré aux fonctions de la génération. Dans le sixième nous portons nos regards sur les périodes de développement et d'âge. Enfin, dans le septième nous étudions les forces organiques et leur dépendance mutuelle. Divers changemens périodiques, tels que les journaliers, le sommeil et la veille, et les annuels, hibernation, sommeil d'été, émigration des animaux, etc., seront plus à leur place dans le livre suivant, qui traite des rapports des corps vivans avec les influences du dehors ou les conditions extérieures de la vie, parce qu'ils sont sous la dépendance des changemens périodiques, journaliers et annuels. Ce sera là aussi qu'il faudra faire connaître les changemens que l'empire des corps vivans a subis par suite du développement et des révolutions de notre planète.

En retraçant les manifestations d'activité des corps vivans, nous nous imposerons la loi de resserrer le cadre autant que possible, car notre but ne peut être ici que de mettre sous les yeux du jeune médecin les traits les plus généraux des phénomènes de la vie et de leurs rapports les uns avec les autres.

ARTICLE PREMIER.

—

Des fonctions de nutrition.

§ 149. La qualité la plus générale des corps vivans, qui appartient à tous les végétaux et à tous les animaux, est, comme je l'ai démontré précédemment (§ 55), celle de se conserver soi-même, pendant un certain laps de temps, par le fait de sa propre activité, tout en éprouvant des changemens continuels dans la composition chimique et l'organisation. Ces corps attirent, de leurs alentours, des matières, alimens et principes constituans de l'air, qu'ils convertissent en leur propre substance, et ils en expulsent d'autres, sous forme vaporeuse ou liquide. Tant qu'il s'opère une attraction et une répulsion de matières dans les corps organiques, sans que pour cela ils changent de forme, nous les appelons vivans; mais dès que cet échange cesse, ils n'ont plus la vie. En cet état, la substance matérielle qui entre dans leur composition est détruite, par le concours des influences extérieures, d'après les lois de l'affinité chimique. L'association organique qui en réunissait les parties est rompue, et l'organisation n'existe plus.

Les manifestations d'activité au moyen desquelles les individus se maintiennent, sont appelées actes ou fonctions de la nutrition. De ce nombre sont l'ingestion et l'absorption des alimens, la respiration, l'assimilation, le mouvement du suc nourricier, le passage des matériaux des humeurs dans les parties solides et la sécrétion. Examinons chacune de ces fonctions chez les animaux et les végétaux, en signalant les ressemblances et les dissemblances qu'elles y offrent.

CHAPITRE PREMIER.

Des alimens.

§ 150. J'ai déjà dit précédemment (§ 56) que les corps vivans tirent principalement des matières organiques du monde extérieur, pour servir à leur nutrition. Il faut que ces matières soient ou déjà liquides par elles-mêmes, ou susceptibles d'être fluidifiées par l'addition de diverses humeurs. Toutes les substances organiques solides que l'addition des liquides d'un corps vivant ne peut point faire passer à l'état liquide, ne sauraient, comme telles, servir d'alimens.

I. Alimens des végétaux.

§ 151. Les plantes tirent leurs matières alimentaires, uniquement sous forme liquide, de la terre ou de l'eau, avec lesquelles elles sont continuellement en rapport par leurs racines. Cependant certains végétaux celluleux semblent se nourrir des vapeurs aqueuses contenues dans l'atmosphère. La terre et l'eau sont les deux grands magasins et dépôts de matières organiques dans lesquels viennent tomber les débris de tous les corps végétaux et animaux morts. Ces débris, après avoir été dissous et décomposés, sont repris par les plantes, qui les rendent à l'organisation et à la vie. La couche supérieure de la terre, qui est chargée de substances organiques, la terre végétale, laisse pénétrer de l'air et de l'eau dans son intérieur; elle attire l'oxigène de l'atmosphère, et de

l'acide carbonique se forme en elle. L'eau chargée de cet acide, ainsi que de matières organiques et de différentes substances terreuses, salines et métalliques, qu'elle tient en dissolution, est le principal aliment des plantes. Partout nous voyons la végétation prospérer dans les lieux où il y a des corps organiques en décomposition, comme dans les cimetières, sur les champs de bataille, dans les lieux où pourrissent des excrémens d'animaux et des débris de plantes. L'amendement des terres par les engrais a pour but aussi de préparer ce liquide nourricier.

§ 152. Plusieurs anciens physiciens, Vanhelmont (1), Boyle (2), Duhamel (3), Eller (4), Tillet (5) et autres, ont prétendu que des plantes pouvaient se nourrir dans de l'eau pure, et ils se sont appuyés sur des expériences qui prouvent, selon eux, cette assertion. Wallerius (6) croyait même pouvoir conclure des siennes propres que toutes les substances salines, terreuses et autres, qu'on trouve dans les plantes, sont fabriquées avec l'eau. Mais Bergmann (7) a fait voir que les terres qu'on trouve dans les plantes qui ont été élevées dans l'eau, étaient déjà contenues en elles, ou proviennent des vases destinés à recevoir le liquide. Kirwan (8) a rappelé, en outre, que l'eau de pluie, dont ces physiciens s'étaient souvent servis pour leurs expériences, contient certaines substances que l'on trouve dans les plantes. Enfin, les végé-

(1) *Ortus medicinae*. Amsterdam, 1654, p. 53, 82, 116.

(2) *Chymista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica*. Rotterdam, 1668, p. 96.

(3) *La physique des arbres*, t. II, p. 198.

(4) *Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1752, p. 17.

(5) *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1774.

(6) *Agriculturæ fundamenta chemica*, p. 53.

(7) *Opuscul. chim*, t. II, p. 15; t. V, p. 92.

(8) *Transact of the royal irish academy*, t. V, p. 160.

taux dont les graines ou les organes croissent dans l'eau pure, se nourrissent principalement, chose bien démontrée, des matières muqueuses et albumineuses contenues dans ces corps, et que le liquide dissout (1).

§ 153. Le carbone, principe le plus abondant dans la composition des plantes, n'est pas, comme le croyait Crell (2), un produit de leur activité vitale s'exerçant, avec le concours de la lumière et de la chaleur, sur les matières introduites en elles; car les expériences de Saussure (3) et de Goeppert (4) ont prouvé qu'il vient du dehors, en partie pompé par les racines, avec les alimens, en partie extrait par les feuilles de l'acide carbonique contenu dans l'air. En outre, les combinaisons inorganiques que l'on trouve dans les plantes en les incinérant, comme sels, matières terreuses ou substances métalliques, ne se produisent point dans leur intérieur, comme l'ont prétendu Schrader (5), Einhof (6) et Braconnot (7), mais sont plutôt absorbées avec l'eau,

(1) Des ognons, par exemple, d'hyacinthe, de tulipe, de narcisse, etc., poussent des racines quand on les met dans de l'eau distillée, et ces racines se couvrent d'une matière mucilagineuse ou albumineuse qui provient des ognons eux-mêmes. Ce phénomène a été observé par Duhamel (*Physique des arbres*, t. I, p. 86), Gautier d'Agoty (*Obs. sur l'hist. nat.*, t. 8, p. 170), Senebier (*Physique végétale*, t. I, p. 315) et autres. J. Murray (*The Edinburgh philos. Journal*, n° XIV, p. 328) a observé aussi tout récemment que de l'acide carbonique se dégageait du chevelu des racines d'ognons de hyacinthe poussant dans l'eau.

(2) *Chemische Annalen*, t. II, p. 110. *Nov. commentar. Soc. Goetting.*, 1818, t. I.

(3) *Rech. chimiques sur la végétat.* ch. 2.

(4) *Nonnulla de plantarum nutritione*. Berlin, 1825, in-8°.

(5) *Zwey Preisschriften ueber die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung der erdigen Bestandtheile in den verschiedenen inlaendischen Getraidearten von* C.-C. Schrader *und* J.-S.-B. Neumann Berlin, 1800.

(6) Gehlen, *Neues allgem. Journal der Chemie*, t. III, p. 565.

(7) *Annales de chimie*, t. LXXI, 187.

qui les tient en dissolution, ainsi qu'il résulte des expériences de Saussure (1), Davy (2), Lassaigne (3) et Berthier (4). Il est absolument sans preuve que les corps vivans en général, et les végétaux en particulier, soient en état de former des élémens.

§ 154. Quoique Ingenhouss (5), Percival (6), Schrader, Braconnot et autres, aient trouvé qu'il y a des plantes qui végètent dans des substances tout-à-fait insolubles dans l'eau, comme le sable, le verre, etc., pourvu seulement qu'elles contiennent de l'eau chargée d'acide carbonique, cependant il résulte des expériences faites par Hassenfratz (7), Th. de Saussure (8), Giobert (9), Link (10) et autres, que, dans un sol absolument exempt de matières organiques, les plantes végètent misérablement, ou même ne poussent pas du tout, fleurissent rarement et fructifient plus rarement encore. On ne saurait donc nier l'importance, pour la nutrition des plantes, des matières organiques tenues en dissolution dans l'eau. La différence établie par Mirbel (11) et Smith (12), entre les végétaux et les animaux, consistant en ce que les premiers vivent de matières organiques et les autres de matières inorganiques, est insoutenable,

(1) *Loc. cit.*, p. 281.

(2) *Elements of agricultural chemistry.*

(3) *Observations sur la germination des graines dans le soufre;* dans *Journal de pharmacie*, t. VII, p. 509.

(4) *Analyse des cendres de diverses espèces de bois;* dans *Annales de phys. et de chimie*, juillet, 1826, p. 240.

(5) *On the food of plants.* Londres, 1797.

(6) *Philosophical Transact.*, nº 253, p. 195.

(7) *Annales de chimie*, t. XIII, p. 179.

(8) *Loc. cit.*, p. 28.

(9) *Physiologie végétale*, par Senebier, t. II, p. 54.

(10) *Kritische Bemerkungen zu Sprengel's Werk ueber den Bau und die Natur der Gewaechse*, p. 56.

(11) *Traité d'anat. et de physiol. végét.*, t. I, p. 19.

(12) *Introduction to botany.* Londres, 1809, p. 5.

comme le prouve entre autres l'exemple des plantes parasites, qui vivent aux dépens des sucs de celles sur le corps desquelles elles s'établissent.

II. Alimens des animaux.

§ 155. Les alimens des animaux sont infiniment plus variés et plus composés que ceux des végétaux. Outre l'eau, véhicule de certaines matières nutritives, ils consistent en substances végétales et animales (1). Les minéraux ne sont point alimentaires, quoique divers animaux en prennent souvent mêlés ou combinés avec des matières organiques (2). Les animaux offrent de grandes différences relativement à la nature de leurs alimens. La plupart, notamment presque tous ceux qui habitent l'eau, ne vivent que de substances animales. D'autres, au contraire, et ce sont les terrestres, se nourrissent de matières animales. Certains font servir les unes et les autres à leur nourriture. Cependant, on ne peut établir de ligne de démarcation bien tranchée, parce que plusieurs animaux changent de nourriture suivant les saisons et diverses autres circonstances.

§ 156. Quant à la nature des substances qui servent

(1) Rondelet (*de piscibus L. I. cap.* 12) parle d'animaux marins qui ne pourraient vivre que d'eau. Il observa un poisson qui vécut pendant trois années dans un vase, avec de l'eau de source, et qui cependant grossit au point que le vase devint trop étroit pour lui. On observe aussi ce phénomène sur les petits poissons dorés de la Chine. Mais il ne prouve pas que les animaux se nourrissent uniquement d'eau, puisque celle-ci contient presque toujours des matières organiques dissoutes, bien qu'en petite quantité, comme le prouve la formation de la matière verte de Priestley dans son sein.

(2) On ne connaît point d'animal qui se nourrisse de substances minérales. Si quelques-uns, par exemple les lombrics terrestres, avalent de la terre, c'est pour s'emparer des matières organiques qui y sont mêlées; les particules terreuses elles-mêmes sortent avec les excrémens.

d'alimens aux animaux, ce sont ou des liquides, ou des solides, ou les uns et les autres. Les humeurs animales sont la nourriture des entozoaires, de plusieurs insectes parasites aptères et de différens diptères. Les substances animales que les divers animaux de telle ou telle classe prennent de préférence, sont ou encore vivantes, ou dans l'état de décomposition et de putréfaction. La nature des alimens présente aussi beaucoup de différences. Quelques animaux ne vivent que de sucs végétaux, comme beaucoup d'insectes. Ces sucs eux-mêmes sont ou déjà sécrétés et contenus dans les nectaires, où les animaux, tels qu'abeilles, papillons et certaines mouches, les puisent, ou absorbés seulement après une plaie faite à la plante au moyen d'aiguillons, comme dans beaucoup d'hémiptères. Mais le plus grand nombre des animaux mangent les substances végétales sous forme solide; quelques-uns se nourrissent de feuilles, d'autres de fleurs, certains de fruits ou de graines, etc. Une autre source encore de différences, c'est qu'il y a des animaux qui mangent beaucoup de plantes diverses, et d'autres qui ne vivent que d'une seule espèce (1).

§ 157. Les animaux sont donc des organismes plus parfaits que les plantes, non-seulement parce qu'ils vivent d'alimens plus diversifiés et plus composés, mais encore parce qu'ils ne sont pas bornés comme elles à

(1) On peut établir deux divisions parmi les herbivores, ceux qui vivent d'un grand nombre de plantes, et ceux qui ne se nourrissent que d'une seule espèce. Cependant les premiers dédaignent, suivant la remarque de Linné, plusieurs plantes d'un genre ou d'une famille. Ainsi le bœuf ne touche ni aux labiées, ni aux véroniques; le cheval laisse de côté presque toutes les crucifères; les chèvres, les bœufs, les brebis et les cochons ne mangent presqu'aucune solanée, tandis qu'ils sont fort avides des graminées, des légumineuses et des composées. La plupart des insectes ne se nourrissent que d'une seule espèce, ou au moins de plantes appartenant à un genre ou à une famille.

une nourriture liquide (1), qui n'est obligatoire pour tous que dans l'état de fœtus, et dont les mammifères ont en outre besoin pendant quelque temps après la naissance.

CHAPITRE II.

De la susception des alimens par absorption.

§ 158. Toutes les plantes s'emparent de leur nourriture liquide par absorption, qui s'exécute à la périphérie. Les matières alimentaires liquides sont également absorbées par des organes placés à la périphérie du corps chez les embryons des animaux encore renfermés dans l'œuf; mais, après qu'ils ont rompu les enveloppes de l'œuf, les animaux prennent leurs alimens par une ouverture particulière, la bouche, dont les végétaux sont privés, et ils la font passer dans un canal également particulier, en forme de sac, le canal intestinal, où sont absorbées les parties déjà liquides par elles-mêmes, ou devenues telles par l'addition d'humeurs provenant du corps même. Nous allons traiter ici de l'absorption dans les plantes et les animaux; le chapitre suivant sera consacré à la susception des alimens qui a lieu par la bouche.

(1) G.-R. Treviranus (*Biologie*, t. IV, p. 295) a traité fort au long des alimens des animaux.

1. Absorption des alimens dans les végétaux.

§ 159. Les organes au moyen desquels les végétaux plongés et implantés dans les alimens eux-mêmes, absorbent les matières qui peuvent servir à la nourriture, sont assez connus. Les racines des plantes cellulaires, de plusieurs mousses, de quelques lichens et champignons, sont des prolongemens filiformes ou capillaires, par fois rameux, qui, de même que la plante entière, sont composés d'un tissu cellulaire contenant souvent des cavités en forme de sac, dans lesquelles monte le liquide absorbé. Dans les racines des plantes vasculaires, particulièrement des dicotylédonées, on distingue un corps, avec ses ramifications et appendices. Chez les graminées, on aperçoit un nœud d'où partent les filets radicaux. Le corps de la racine est composé de bois et d'écorce. Le premier, qui, chez certaines plantes, renferme de la moelle, résulte d'un assemblage de tissu cellulaire et de vaisseaux. Quelques anatomistes, Duhamel (1), Comparetti, Bell (2), Link (3) et autres, disent avoir aperçu dans la partie ligneuse de véritables vaisseaux en spirale, dont l'existence est niée par d'autres. L'écorce contient beaucoup de tissu cellulaire, ainsi que les vaisseaux nourriciers nécessaires à l'accroissement des racines. Celles-ci sont dépourvues d'épiderme proprement dit, tant dans les monocotylédonées que dans les dicotylédonées, d'après les recherches de Kieser (4) et de L.-C. Treviranus (5). Les fibrilles radi-

(1) *Physique des arbres*, t. I, p. 82.

(2) *Mem. of the Manchester society*, t. II, p. 405.

(3) *Grundlheren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, p. 153.

(4) *Grundzuege der Anatomie der Pflanzen*, p. 350.

(5) *Ueber die Oberhaut der Gewaechse*; dans *Vermischte Schriften*, t. IV, p. 35.

culaires, pour la plupart de forme cylindrique, ont leurs ramifications les plus déliées garnies d'appendices capillaires ou spongieux, que Treviranus a trouvés composés de tissu cellulaire seulement. Suivant les expériences faites par Senebier, Carradori (1) et Decandolle (2), ce sont principalement les dernières extrémités de ces appendices qui accomplissent l'acte de l'absorption. On n'a point encore aperçu d'orifices ou de pores par lesquels le liquide nourricier pénètre. S'il en existe, ils doivent être infiniment petits, puisque, d'après les expériences de Sprengel (3) et de Link (4), les fibrilles radiculaires ne s'emparent que des matières colorantes très-divisées et dissoutes dans l'eau, sans toucher à celles qui sont en molécules grossières. Ces dernières ne sont absorbées que quand les racines ont reçu quelque atteinte.

§ 160. Il résulte des expériences de Labaisse (5), Hales, Senebier et autres, que l'absorption par les racines a lieu d'une manière très-vive, surtout au printemps. Quelques physiologistes ont attribué à ces organes la faculté de faire un choix dans les substances liquides avec lesquelles ils entrent en contact, et de ne prendre que celles qui peuvent servir à la nutrition. C'est une erreur, que de nombreuses expériences récentes ont suffisamment réfutée. Th. de Saussure a trouvé que des plantes absorbaient du sel marin, du nitrate de chaux, du sulfate de potasse, du sel ammoniac, de l'acétate calcaire, du sulfate de cuivre, du sucre, de la gomme

(1) *Degli organi assorbenti della radice; osservaz. present. alla soc. Georg. de Firenza.*

(2) *Mém. sur le développement des racines*; dans *Annal. de sc. nat. de Genève*, 1826, p. 1.

(3) *Anleitung zur Kenntniss der Gewaechse*, p. 100.

(4) *Grundlehren*, etc., p. 72.

(5) *Diss. sur la circulation de la sève dans les plantes*, p. 35.

arabique, etc. G.-J. Jaeger (1) a constaté l'action délétère de l'arsenic sur les plantes dont les racines plongeaient dans de l'eau contenant une petite quantité seulement de cette substance : elles se fanèrent et périrent. C.-J.-F. Becker (2), Schreibers (3) et Goeppert (4) ont vu l'acide hydrocyanique produire un effet pareil. Nous devons à Marcet jeune (5) des expériences intéressantes et nombreuses, d'où il résulte que des plantes ont absorbé diverses substances minérales dissoutes dans l'eau, comme acide arsénieux, sublimé corrosif, sels de cuivre et de plomb, ainsi que les extraits d'opium, de belladone, de noix vomique et de ciguë, l'eau distillée de laurier-cerise, l'acide hydrocyanique, l'alcool, etc., et que cette absorption a exercé une influence délétère sur elles. Des expériences semblables ont été faites par Macaire-Prinsep (6), ainsi que par Schuebler et Zeller (7), avec le même résultat.

§ 161. La faculté absorbante appartient aussi aux feuilles. Ce qui prouve que les plantes absorbent des liquides au moyen de leurs feuilles, et dans l'intérêt de leur nutrition, c'est l'action bienfaisante qu'exercent la rosée, la pluie et l'arrosement des feuilles avec de l'eau, circonstances qui toutes favorisent leur accroissement. Beaucoup de végétaux dont les racines se réduisent presqu'à rien, mais dont les feuilles sont épaisses et suc-

(1) *Diss. de effectis arsenici in varios organismos*. Tubingue, 1808.

(2) *De acidi hydrocyanici vi perniciosa in plantas*. Jena, 1823.

(3) *De acidi hydrocyanici vi perniciosa in plantas*. Jena, 1823.

(4) *De acidi hydrocyanici vi in plantas*. Breslau, 1827, in-8°.

(5) *Mémoire sur l'action des poisons sur le règne végétal*; dans *Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, 1824. *Bibl. univ.*, t. 31, p. 244. *Annal. de phys. et de chimie*, t. XXV, p. 209.

(6) *Sur l'influence des poisons sur les plantes douées de mouvemens excitables*. Ib., 1826, t. I, p. 1, 2.

(7) Dans Schweigger, *Jahrb. der Chemie und Physik*, 1827, cah. 5, p. 54.

culentes, par exemple les cactus, se conservent principalement par l'absorption qu'accomplissent celles-ci, qui se conservent même pendant quelque temps fraîches, après avoir été détachées de la plante. Beaucoup de plantes celluleuses, les algues marines, les ulves, les conferves, les champignons, les lichens et les mousses surtout, attirent abondamment les liquides par leur surface entière, et quelques-unes même, comme la plupart des lichens, qui n'ont pas de racines proprement dites, semblent se nourrir par absorption exécutée à la surface. Hales a prouvé par des expériences que les végétaux augmentent de poids dans l'air humide. Mariotte, Duhamel, Merret et surtout Bonnet (1) ont également mis hors de doute l'absorption exercée par les feuilles. Ce dernier a remarqué que les feuilles étendues sur l'eau non-seulement se conservaient elles-mêmes, mais encore étaient capables d'entretenir la vie dans les branches et rameaux qui les supportaient. L'absorption des liquides paraît se faire par les deux faces des feuilles dans les herbes, et principalement par l'inférieure dans les arbrisseaux et les arbres. Il est probable que ce sont surtout leurs pores allongés qui président à l'absorption, comme l'admettent Humboldt (2), Kroker (3), Sprengel (4), Schrank, G.-R. Treviranus (5) et L.-C. Treviranus (6). Cependant, chez les plantes celluleuses, qui n'ont point de pores, elle a lieu sans cela.

§ 162. Un problème se présente ici à résoudre, celui de savoir si l'introduction des matières alimentaires liquides dans l'intérieur des plantes est un pur résultat

(1) *Recherches sur l'usage des feuilles*. Genève, 1754, § 4.

(2) *De plantarum epidermide*, Halle, 1801.

(3) *Einleitung zu Ingenhouss ueber die Ernæhrung der Pflanzen*, p. 24.

(4) *Biologie*, t. IV, p. 58.

(5) *Vermischte Schriften*, t. IV, p. 79.

de l'action capillaire de corps poreux, qui fait qu'un tube de verre fort étroit qu'on plonge au sein d'une liqueur attire celle-ci dans son intérieur jusqu'au dessus de son niveau, ou bien si l'absorption n'est pas plutôt un phénomène vital particulier. Beaucoup de physiologistes, Malpighi, Grew, Borelli, Delahire, Bradley et autres, ont admis la première hypothèse, et considéré les radicules comme des tuyaux capillaires chargés de pomper et de faire cheminer le liquide nourricier par leur force aspirante. Il est possible que cette force contribue, pour sa part, à la production du phénomène; mais elle ne saurait en être l'unique cause, ainsi que le démontrent les motifs suivans. L'absorption du liquide nourricier varie suivant l'état des plantes, les périodes de leur développement et de leur accroissement, et les époques de l'année. Pendant la période de la formation et de la crue des feuilles, l'absorption et la progression de la sève marchent avec d'autant plus de vitesse que la feuillaison est elle-même plus rapide. D'ailleurs, c'est au temps de la floraison et de la formation des fruits et des graines que les plantes puisent le plus de nourriture dans le sol. On sait aussi que l'absorption et la progression du liquide absorbé dépendent de l'influence exercée sur les plantes par la chaleur et la lumière; de sorte qu'en général l'absorption est plus active au printemps et en été qu'à toute autre époque, diminue en automne, et se réduit presqu'à rien, si même elle ne s'arrête tout-à-fait, en hiver. Tous ces phénomènes ne peuvent point être considérés comme de purs effets de l'action capillaire, celle-ci n'étant modifiée ni par les saisons, ni par l'influence de la chaleur. Enfin, il y a encore cette différence entre l'absorption capillaire et celle des plantes, qu'un tube capillaire ne rejette point par son orifice supérieur les liquides qu'il a pom-

pés, tandis que le liquide absorbé par les végétaux s'écoule des vaisseaux, quand on fait une blessure à ces derniers. Ce sont là des motifs suffisans pour nous obliger à suivre l'opinion de Senebier, Saussure, Desfontaines, Decandolle et autres, qui regardent l'absorption des végétaux comme un phénomène organique ou vital.

II. Absorption chez les animaux.

§ 163. Les animaux, qui ne sont pas, comme les plantes, plongés et fixés au milieu de leurs alimens, les introduisent dans le canal intestinal par la bouche principalement. Parvenues dans cet organe, les substances alimentaires se mêlent avec les liqueurs qui y sont sécrétées, et dont l'action les fluidifie, quand elles sont solides. Ainsi, chez les animaux, l'absorption des alimens se fait à leur surface interne, ce qui suppose des manifestations préalables d'activité d'une espèce partilière, tandis que chez les plantes elle s'opère à la périphérie. Cependant beaucoup d'animaux absorbent, en outre, par leur surface, par la peau; mais cette absorption suffit rarement pour soutenir leur existence.

§ 164. A l'égard des parties qui accomplissent l'absorption des matières alimentaires déjà liquides par elles-mêmes, ou fluidifiées par l'action dissolvante des sucs du canal intestinal, il paraît que cette fonction appartient principalement au tissu cellulaire faisant la base du sac alimentaire, et qui a la propriété de s'imbiber de liquides. On trouve des vaisseaux particuliers, les lymphatiques, dans la membrane muqueuse du canal intestinal des animaux composant les quatre classes supérieures, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons. L'existence de ces vaisseaux a été parfaite-

ment démontrée, depuis la découverte qu'en a faite Aselli, par les recherches de Vesling, Th. Bartholin, Stenon, Rudbeck, Pecquet et beaucoup d'autres. Ils ont été vus dans le canal intestinal des oiseaux, par Hewson (1), Al. Monro jeune (2), moi (3), et tout récemment Breschet (4) et E.-A. Lauth (5). Les deux premiers de ces anatomistes, Cruikshank (6) et surtout Fohmann (7), les ont aperçus chez les reptiles et les poissons. Ces vaisseaux, qui tirent leur origine de la membrane muqueuse du sac intestinal, se réunissent en rameaux et en branches, et par leurs anastomoses avec les lymphatiques provenant d'autres organes, produisent des troncs qu'on appelle canaux thoraciques. Ceux-ci s'ouvrent dans les veines sous-clavières ou dans d'autres gros troncs veineux, au voisinage du cœur. Indépendamment de l'abouchement des lymphatiques avec les grosses veines, ils se réunissent aussi, de distance en distance, avec les veines du canal intestinal, anastomose qui, chez les mammifères, a lieu surtout dans les glandes du mésentère, comme l'a démontré Fohmann (8). On aperçoit aussi, chez les poissons, les reptiles et les oiseaux, un grand nombre de communications entre les

(1) *Philos. Trans.*, 1768, t. LVIII, p. 217, 1769, t. 59, p. 204.

(2) *State of facts concerning the paracenthesis of the thorax, an account of air effused, and lymphatic vessels in oviparous animals.* Edimbourg, 1770.

(3) *Anatomie der Vœgel*, t. I, p. 533.

(4) *Note sur la recherche des vaisseaux lymphatiques des oiseaux*; dans *Bulletin des sciences médicales*, oct. 1824, p. 105.

(5) *Mém. sur les vaisseaux lymphatiq. des oiseaux*; dans *Ann. des sc. nat.*, 1825.

(6) *Geschichte der Saugadern*, p. 62.

(7) *Das Saugadersystem der Wirbelthiere, erstes Heft, das Saugadersystem der Fische.* Heidelberg, 1827, in-fol.

(8) *Anatomische Untersuchungen ueber die Verbindung der Saugadern mit den Venen.* Heidelberg, 1821.

lymphatiques du canal intestinal et d'autres parties du corps et des veines diverses, sans compter celles qu'établissent les canaux thoraciques. Les lymphatiques du canal intestinal sont principalement remplis, chez ces animaux, d'un liquide abondant qui, chez les mammifères, a une couleur laiteuse, lorsqu'ils ont introduit des alimens dans le canal intestinal. On doit donc admettre qu'ils attirent de la membrane muqueuse du sac alimentaire les alimens devenus liquides, les introduisent dans leur cavité, et les charrient vers le système vasculaire sanguin.

§ 165. On a trouvé des lymphatiques, chez les mammifères, non-seulement dans le canal intestinal, mais encore dans tous les organes dont l'intérieur est tapissé d'une membrane muqueuse, comme les poumons, les organes urinaires et ceux de la génération. On en a vu aussi à la face interne des tégumens communs ou de la peau, aux branchies des poissons, dans les membranes séreuses et synoviales, dans les différentes glandes, dans le tissu cellulaire qui enveloppe la substance musculaire et nerveuse, à la face externe des os, etc., en un mot partout où il y a du tissu cellulaire. Des phénomènes d'absorption d'humeurs sécrétées, et d'autres liqueurs mises en contact avec ces diverses parties, ayant été observés un grand nombre de fois, nous sommes en droit d'admettre que la fonction de l'absorption appartient principalement à ces vaisseaux.

§ 166. Chez les autres animaux pourvus de vaisseaux sanguins, les mollusques, les crustacés, les arachnides, les insectes, les annélides et les radiaires, dans le corps desquels on n'a pu découvrir jusqu'à présent de vaisseaux lymphatiques, l'absorption des matières alimentaires à la surface du canal intestinal est exécutée, soit par des veines qui jouissent de la faculté de l'absorber,

soit peut-être également par des lymphatiques qui se jettent sur-le-champ dans des veines. A la vérité, il est difficile de démontrer comment les choses se passent en réalité, tant à cause de la petitesse des animaux, que parce que leur sang n'est point rouge, si ce n'est dans les annélides, et qu'en conséquence, s'il existe des lymphatiques qui ne tardent point à se réunir avec les veines, on ne pourrait les distinguer de ces dernières par la couleur du liquide (1). Très-probablement on parviendra à découvrir des vaisseaux lymphatiques chez les animaux sans vertèbres.

Enfin, dans les animaux qui n'ont même pas de vaisseaux sanguins, tels que les entozoaires, les méduses et les polypes, le tissu cellulaire est seul chargé d'absorber et d'enlever les matières alimentaires du canal intestinal.

§ 167. Chez tous les animaux à peau nue, il se fait aussi une absorption de liquides à la surface de cet organe. Les expériences de Leeuwenhoek, Baker (2), Fontana (3) et Spallanzani (4), ont prouvé que les infusoires, les rotifères, les vibrions, etc., absorbent de l'eau. Une vive absorption a lieu également par la peau chez les polypes, les méduses, les radiaires et les vers. Les entozoaires qui vivent plongés dans des humeurs animales, les absorbent aussi par la peau, à ce que prétendent Zeder et Rudolphi (5). Spallanzani (6) a trouvé

(1) Viviani (*de phosphorescentia maris*, Gênes, 1805, in-4°, p. 14) a vu, dans le *Sabella naispiro*, Cuv. (*Spirographis Spallanzanii*, Viv.), indépendamment des deux troncs vasculaires du canal intestinal charriant le sang rouge, un troisième vaisseau, rempli d'un liquide jaune, qu'il appelle *vas lymphaticum*. Est-ce là un tronc lymphatique?

(2) *Employement for the microscop*. Londres, 1764.

(3) *Vom Viperngift*, t. I, p. 62.

(4) *Opuscules de physique*, t. II, p. 261.

(5) *Entozoorum historia*, t. I, p. 252, 275.

(6) *Mém. sur la respiration*, p. 137.

que les limaçons absorbent beaucoup d'eau, parce que leur poids augmente rapidement lorsqu'on les plonge dans ce liquide. Jacobson (1) a fait tout récemment des expériences sur la faculté absorbante du limaçon des vignes : une dissolution de prussiate de potasse, qu'il versa sur la surface d'animaux appartenant à cette espèce, fut absorbée avec rapidité, et passa dans la masse du sang. Celui-ci peut en prendre une quantité telle, qu'ensuite il acquière une couleur bleue foncée quand on y ajoute du sulfate de fer. L'absorption de l'eau, qui, chez les grenouilles, les crapauds, les salamandres, a lieu par la peau, et surtout par celle de la face inférieure du corps, est démontrée par les précieuses expériences de R. Townson (2), d'où il résulte que ces animaux peuvent absorber par cette voie une quantité d'eau équivalente au poids de leur propre corps. Enfin, Edwards (3) a également constaté, par de nombreuses expériences, qu'une absorption très-active a lieu par la peau chez les grenouilles, les crapauds et les lézards. Quand ces animaux ont perdu beaucoup de leur poids par un long séjour à l'air, où la transpiration est fort active chez eux, et qu'on les plonge ensuite dans l'eau, il s'opère une absorption si rapide qu'elle ne tarde pas à couvrir le déficit qu'ils avaient éprouvé. L'absorption de l'eau a lieu plus rapidement au chaud qu'au froid.

§ 168. Quand nous voulons nous rendre compte de l'activité qui, chez les animaux, accomplit l'absorption, nous rencontrons la même difficulté que celle qui nous a déjà arrêtés en parlant de l'absorption dans les végétaux.

(1) OErsted, *Oversicht over det kon. Danske videnskab selsk. forhandlung*, 1825.

(2) *Observationes physiologicæ de amphibiis*. Gœttingue, 1795, in-4°. *Pars secunda de absorptione amphibiorum.*

(3) *Influence des agens physiques sur la vie*, p. 90, p. 345.

Plusieurs physiologistes (1), Blainville (2) et Foderà (3), regardent l'absorption comme un pur effet de la capillarité, et ils attribuent au tissu cellulaire, ainsi qu'aux tissus animaux, la propriété de s'imbiber des liquides à la manière d'une éponge. Assurément le tissu cellulaire, les membranes muqueuses et séreuses, les tégumens communs, et, suivant les recherches d'Emmert et de Lebkuchner (4), les parois des vaisseaux, ont la propriété d'admettre en eux les liqueurs avec lesquelles on les met en contact, ou d'être perméables pour elles, point sur lequel nous reviendrons en traitant de l'absorption chez l'homme; mais cette propriété ne constitue point encore l'absorption, et elle n'explique que la pénétration dans les tissus. L'absorption se manifeste aussi par la réception des liqueurs dans des espaces déterminés, savoir, chez les animaux des quatre classes supérieures, dans les artères, et par l'impulsion qui leur est donnée dans des directions également déterminées.

Le tissu cellulaire, les membranes muqueuses et les membranes séreuses jouissent de cette pénétrabilité aussi bien après la mort que pendant la vie; mais il n'en est point ainsi de la progression imprimée aux liquides. En outre, comme nous voyons que l'ingestion et la propulsion des liqueurs pendant la vie varient beaucoup suivant les manifestations d'activité ou de vie

(1) *Mém. sur le mécanisme de l'absorption*; dans *Journal de physiologie expérimentale*, t. I, p. 1.

(2) *Analyse des principaux travaux dans les sciences physiques*, 1820.

(3) *Recherches expérimentales sur l'exhalation et l'absorption*. Paris, 1823.

(4) *Diss. qua experimentis eruitur, utrum per viventium adhuc animalium membranas atque vasorum parietes materiæ ponderabiles illis applicatæ permeare queant, nec ne?* Tubingue, 1819, in-8°.

des animaux, que l'absorption se fait d'une manière plus active pendant le jeune âge que dans l'âge avancé, et qu'enfin diverses influences et stimulations sont capables de la modifier, nous devons la considérer, aussi bien que la propulsion des liquides, comme un phénomène vital, et il ne nous est pas possible de la ranger parmi les effets purement mécaniques de la capillarité des tissus.

Faculté absorbante.

§ 169. Il résulte de ce qui précède que tous les corps vivans, les plantes comme les animaux, ont la propriété d'absorber des matières alimentaires et d'autres substances liquides. Nous ne pouvons pas considérer l'absorption comme un effet de l'action capillaire, parce qu'elle est tantôt plus et tantôt moins énergique, suivant l'état des individus vivans et les influences auxquelles ces êtres sont exposés, circonstances qui n'apportent aucun changement dans l'attraction capillaire des corps privés de la vie. Nous devons donc la considérer comme une manifestation de la vie, et comme dépendant d'une qualité ou force spéciale des corps vivans, attendu que jusqu'à présent il nous est impossible de l'expliquer par aucune des autres forces dont le jeu se déploie dans ces corps. Cette manifestation spéciale sera désignée provisoirement sous le nom de force ou faculté absorbante, tant que nous ne l'aurons point ramenée à une autre force organique. Ses effets seront exposés en détail lorsqu'il s'agira de l'absorption dans l'homme.

CHAPITRE III.

De la susception des alimens par l'ouverture buccale.

§ 170. Tous les animaux, à bien peu d'exceptions près, sont pourvus d'une ou même de plusieurs grandes ouvertures qui leur servent à introduire en eux les alimens. La plupart des infusoires, quelques zoophytes et divers entozoaires, n'ont point d'ouvertures semblables, et il est probable que, chez eux, les alimens liquides s'introduisent uniquement par la voie de l'absorption qui s'opère à la surface du corps. Cependant, il est déjà plusieurs infusoires qui offrent une bouche : tels sont les rotifères, d'après Spallanzani (1), et quelques cercaires, suivant Nitzsch (2). Les polypes, la plupart des entozoaires, tous les échinodermes, les annélides, les mollusques, les insectes, les arachnides, les crustacés et les vertébrés n'ont qu'une seule bouche. On trouve au contraire plusieurs suçoirs dans les ténias, et plusieurs bouches dans différentes méduses. La bouche, organe d'ingestion des alimens, offrent dans sa disposition un grand nombre de différences, que l'anatomie comparée enseigne, et qui sont étroitement liées à la nature des substances alimentaires.

§ 171. Les animaux qui vivent de liquides ont des suçoirs dont la structure et le mécanisme varient beaucoup. On trouve une trompe membraneuse contractile

(1) *Opuscules de physique*, t. II, p. 212.
(2) *Beytraege zur Infusorienkunde*. Halle, 1817, p. 8.

dans les aphrodites, parmi les vers articulés, dans quelques gastéropodes (*doris, buccinum, voluta, murex*), parmi les mollusques, et chez la plupart des insectes diptères. Les papillons ont une longue trompe extensible, que des muscles roulent sur elle-même quand l'animal ne s'en sert pas (*lingua spiralis*). Chez les insectes et les arachnides qui pompent leur nourriture liquide dans les vaisseaux de végétaux et d'animaux vivans, la trompe est garnie d'organes piquans, propres à perforer ces conduits, comme on en voit dans les aptères (*pediculus, pulex, acarus*), les hémiptères et autres. Chez certains diptères (*culex, tipula*), la trompe est composée de plusieurs soies dures, concaves à leur face interne, qui produisent un suçoir (*haustellum*), en s'appliquant les unes contre les autres. Chez les diptères et papillons pourvus d'une trompe musculeuse, on aperçoit encore une vésicule extensible et contractile, qui communique avec le pharynx, et dont la dilatation produit la succion, comme l'a démontré G.-R. Treviranus (1).

Les animaux qui se nourrissent d'alimens solides, tantôt les introduisent en grandes masses, dans le sac alimentaire, par une ouverture buccale très-extensible et contractile, comme les polypes, les actinies, les étoiles de mer, les holothuries, etc., tantôt ont des pièces cornées et calcaires, des mandibules et des mâchoires, disposées autour de la bouche, susceptibles d'être mues en divers sens par des muscles, et dont ils se servent pour saisir leurs alimens comme avec des pinces. Cette dernière disposition a lieu chez les oursins, les seiches, les coléoptères, les orthoptères, les névroptères et les animaux vertébrés. Les mâchoires

(1) *Ueber das Saugen der Insekten*; dans *Annalen der Wetterauer Gesellschaft*, t. III, p. 147. *Vermischte Schriften*, t. II, p. 95.

sont ordinairement garnies de dents, comme dans la plupart des mammifères, des reptiles et des poissons; ou bien elles sont couvertes d'un enduit corné, comme chez les oiseaux et les chéloniens. Enfin les mammifères présentent encore aux mâchoires des replis mobiles de la peau, les lèvres, qui peuvent servir aussi à la succion.

§ 172. Chez les animaux, la préhension des alimens par la bouche se fait à certaines époques séparées par des intervalles plus ou moins longs, tandis que, dans les plantes, l'absorption des matières alimentaires paraît avoir lieu d'une manière continue. En outre, les animaux, dès qu'ils ont percé les membranes de l'œuf, sont, si l'on en juge d'après les actions qu'ils exécutent, forcés, par un acte intérieur, qui se passe dans le système nerveux, et qu'on appelle besoin des alimens, faim et soif, de chercher des substances qui puissent servir à leur nourriture et de les introduire dans leur sac alimentaire. Les plantes n'offrent aucun phénomène qui permette d'admettre avec quelque vraisemblance l'existence de ce penchant en elles. Ce qui pousse le plus souvent les animaux de toutes classes à agir, et surtout à se mouvoir, c'est le besoin d'alimens. Ce besoin renaît à des intervalles plus ou moins rapprochés, dont l'étendue varie suivant la structure de l'animal, ses manifestations d'activité, son âge, son séjour, la saison et autres circonstances. En général, les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux, qui ont l'organisation la plus compliquée, et qui présentent le plus de variété et d'intensité dans les phénomènes de la vie, surtout à l'égard des fonctions animales proprement dites, sont ceux chez lesquels le besoin de manger se fait sentir aux intervalles les plus courts. Au temps de leur pleine et entière activité, ils mangent ordinairement une ou plusieurs fois par jour. Le besoin de prendre des ali-

mens revient moins souvent chez les animaux à sang froid, les reptiles (1), les poissons, les crustacés, les arachnides, les insectes à l'état parfait, les mollusques, les vers et les radiaires, dont les manifestations d'activité ont à la fois moins d'énergie et de diversité. Parmi ces animaux mêmes, les plus voraces sont ceux qui ont le plus de mobilité et de sensibilité, les insectes. Il a été prouvé, par les expériences de Redi et autres, que les mammifères, les oiseaux et les insectes succombent plutôt que les reptiles, les poissons, les mollusques, les vers, etc., à la privation des alimens.

§ 173. Chez tous les animaux, c'est à l'époque de la jeunesse, du développement et de l'accroissement, que le besoin des alimens est le plus vif et le plus fréquent; et cela d'autant plus que l'accroissement se fait lui-même d'une manière plus rapide. Les jeunes mammifères et oiseaux sont presque continuellement occupés, tant qu'ils veillent, à chercher des alimens. Les insectes, dès qu'ils sont sortis de l'œuf, surtout les chenilles, mangent presque sans interruption. D'ailleurs les jeunes animaux périssent plus promptement que les vieux, quand ils n'ont pas d'alimens à leur disposition. Divers insectes, particulièrement les lépidoptères, ne prennent pas du tout de nourriture dans l'état parfait.

Les animaux qui vivent dans l'air consomment en général plus d'alimens que ceux qui ont l'eau pour élément. La chaleur exerce aussi, chez la plupart des animaux, une grande influence sur le besoin de manger. Beaucoup de mammifères, la marmotte, le loir, le hérisson, les chéiroptères et autres, les reptiles, les insectes et les mollusques, cessent de prendre aucune nour-

(1) Un serpent long de seize pieds, que Prout a observé (Thomson, *Annals of philosophy*, v. 5, p. 415), ne mangeait qu'une seule fois par mois.

riture dès que la température se rapproche de zéro, et qu'ainsi leurs manifestations vitales d'activité diminuent d'énergie.

Enfin toutes les influences et circonstances qui exaltent et accélèrent les phénomènes de vie dans les animaux, rendent les mouvemens plus vifs et plus prolongés, augmentent la tension des organes des sens et du système nerveux, et entraînent une plus grande consommation des forces, donnent en général plus d'énergie au besoin de se nourrir, tandis que celles qui produisent un effet inverse, diminuent ce besoin.

§ 174. Les animaux ne saisissent pas les alimens avec la bouche tels qu'ils s'offrent à eux, ainsi que font les plantes par leurs racines et leurs feuilles. Ils font un choix parmi eux, et y sont également déterminés par une action spéciale du système nerveux, un penchant inhérent à leur nature, l'instinct. Nous en avons la preuve dans une expérience faite par Galien (1). Ce médecin tira une chèvre à terme de la matrice de sa mère, et la porta dans un endroit où il y avait des vases contenant du lait, du miel, de l'huile, des céréales et des fruits; le jeune animal flaira les vases, et choisit le lait. L'instinct qui détermine les animaux dans le choix des alimens varie infiniment d'après leur organisation et le degré d'énergie vitale du système nerveux. Les animaux paraissent ne prendre que les substances qui affectent agréablement leur système nerveux, soit par des exhalations vaporeuses, soit par des émanations transmises à l'eau. C'est sans contredit l'odorat qui joue le principal rôle dans l'appréciation de l'action que ces effluves exercent sur le système nerveux. Chez les animaux des classes inférieures, qui sont dépourvus d'organes olfac-

(1) *De locis affectis*, lib. 6, cap. 6.

tifs, la membrane molle et abondamment garnie de nerfs qui tapisse la bouche paraît être apte à percevoir les impressions de ces effluves.

§ 175. L'ingestion des alimens au moyen de la bouche s'accomplit par des mouvemens que les animaux produisent d'une manière spontanée. Les muscles fixés aux parties de la bouche sont mis en action par l'influence vivante des nerfs. Il résulte donc de là que cette ingestion est exécutée par des manifestations de force particulières, que nous n'apercevons pas, chez les plantes, dans l'attraction des alimens par les racines et les feuilles. Ces manifestations sont des effets de la force nerveuse et de la force musculaire.

CHAPITRE IV.

De l'assimilation des alimens dans les premières voies.

§ 176. Chez tous les corps vivans, les substances alimentaires, après avoir été reçues dans certains espaces, y subissent des changemens dont le but est de les rendre semblables à la masse des humeurs de ces corps. C'est là ce qu'on entend par assimilation dans les premières voies. Nous allons considérer d'abord dans les plantes et ensuite dans les animaux les opérations qui s'y rapportent.

I. Assimilation dans les premières voies chez les plantes.

§ 177. Les liquides absorbés par les racines, et constituant la sève, montent le long de la tige ou du tronc,

jusqu'aux feuilles, où, sous l'influence de l'air et de la lumière, ils sont convertis en suc formateur ou nourricier proprement dit. Indiquons rapidement la structure de la tige, faisons connaître les espaces dans lesquels le suc végétal se meut, et enfin examinons la nature de ce suc, ainsi que les changemens qu'il subit dans son ascension vers les feuilles.

§ 178. En adoptant les déterminations de Decandolle (1), on voit que toutes les plantes vasculaires sont pourvues d'une tige (*caulis*), c'est-à-dire, d'une partie qui s'élève de la racine, se dirige vers la lumière, porte les feuilles et les fleurs, et varie beaucoup tant dans ses proportions que dans ses formes. Il n'y a qu'un petit nombre de végétaux chez lesquels elle soit fort courte et cachée en terre. Les excellentes remarques de Desfontaines (2) ont constaté que, dans les monocotylédonées et dans les dicotylédonées, elle offre des différences sous le rapport de la structure, de la nature et du mode d'origine et d'accroissement. Elle a une organisation moins compliquée dans les premières que dans les autres.

§ 179. La tige des arbres et des arbrisseaux est composée du corps ligneux et de l'écorce. Le premier s'étend en remontant dans les branches et rameaux, et il est formé de couches concentriques. Chaque couche contient des faisceaux de fibres ligneuses et une couche mince de tissu cellulaire. Au centre de la tige, le tissu cellulaire représente presque toujours la moelle spongieuse, composée d'un grand nombre de cellules membraneuses et arrondies, qui tantôt se continue sans interruption dans le tronc et les branches, à partir de la racine, tantôt, comme dans certains arbres, est divisée

(1) *Organographie végétale*, t. I, p. 142.
(2) *Mém. de l'Institut*, t. I, p. 478.

par des cloisons correspondantes aux pousses annuelles. A la face externe du canal médullaire, parfois dans la moelle même, on aperçoit, chez quelques végétaux, des fibres isolées (1). Les fonctions de la moelle, sur lesquelles les physiologistes ont bâti plusieurs hypothèses, ne sont point encore assez connues. Cependant elle paraît surtout jouer un rôle important dans les jeunes plantes, où elle est très-chargée de sucs, et peut-être contient-elle, comme l'admettent Decandolle et Du Petit Thouars (2), les matières nutritives destinées aux bourgeons et aux jeunes pousses. Dans les plantes âgées, elle est dépouillée de suc et sèche. On peut alors la détruire sans compromettre la vie du sujet. De cette moelle partent des rayons horizontaux de tissu cellulaire condensé qui, passant entre les faisceaux ligneux, gagnent la périphérie et l'écorce. On les appelle rayons médullaires.

Après la moelle centrale viennent les couches ligneuses, qui sont concentriques et unies ensemble par du tissu cellulaire condensé. Les couches situées immédiatement sur la moelle contiennent presque toujours des vaisseaux spiraux proprement dits, tandis qu'on ne trouve plus que des vaisseaux ponctués dans les suivantes. Les plus extérieures sont molles, tendres, peu denses, et la plupart du temps blanchâtres. Elles constituent l'aubier, qui, en se durcissant peu à peu, devient du bois. Chaque année il se forme une nouvelle couche d'aubier, d'où résultent les cercles concentriques que l'on aperçoit sur le bois, cercles dont le nombre indique l'âge de la plante, et dont l'épaisseur fait connaître

(1) Hedwig les cite comme *vasa fibrosa*. Decandolle les appelle *fibres médullaires*. Ces fibres, et non toutefois les cellules de la moelle elle-même, se colorent quelquefois, d'après les recherches de Labaisse, quand on plonge de jeunes branches dans de l'eau colorée.

(2) *Essais sur la végétation*, t. I, p. 32.

l'énergie avec laquelle elle a poussé chaque année.

§ 180. L'écorce, ou corps cortical, qui forme l'enveloppe des arbres et arbrisseaux, est composée de la substance corticale, la plupart du temps verte et succulente, et de l'épiderme endurci. La première résulte de plusieurs couches superposées, dont chacune se résout à son tour en une couche interne fibreuse et une autre extérieure celluleuse. Entre ces couches se répandent des rayons médullaires semblables à ceux du corps ligneux, seulement moins prononcés. Chaque année il se forme une nouvelle couche à la face interne de l'écorce. On donne le nom de *liber* aux couches d'abord tendres et molles. C'est dans les couches internes vertes et succulentes de la substance corticale, que paraissent se trouver les vaisseaux nourriciers proprement dits, ceux qui contiennent la sève élaborée dans les feuilles, sous l'influence de l'air et de la lumière, et qui la distribuent dans le corps de la plante, ainsi que Schultz l'a démontré. Enfin, on rencontre fréquemment dans les couches corticales de grands espaces particuliers, remplis de divers liquides sécrétés, et qu'on nomme *réservoirs du suc propre*. Le tissu cellulaire situé sur la couche corticale externe, qui résulte d'un assemblage de cellules arrondies, et qui est exposé à l'air et à la lumière, se condense et s'endurcit, d'où résulte un épiderme diversement coloré. Cependant on ne parvient à constater l'existence de cet épiderme que sur les jeunes tiges et les pousses vertes des arbres et arbrisseaux, ainsi que l'a fait voir L.-C. Treviranus (1). Chez les végétaux âgés, les couches extérieures de l'écorce acquièrent peu à peu une couleur plus foncée; elles se crevassent, se fendillent, meurent et se séparent du tronc, à mesure

(1) *Ueber die Oberhaut der Gewaechse*; dans *Vermischte Schriften*, t. IV, p. 1.

qu'elles sont repoussées par les nouvelles couches qui se forment dans la profondeur, et que leur étroitesse ne leur permet pas de contenir.

§ 181. La tige, portant branches, feuilles et fleurs, qui, dans le cours d'une même année, naît et meurt, soit en totalité, comme dans les plantes herbacées annuelles, soit jusqu'au collet de la racine, comme dans les plantes herbacées vivaces, est également formée d'un système ligneux et d'un système cortical. Les faisceaux de bois ou de fibres ligneuses qui sont situés dans l'intérieur, et qui, presque toujours, circonscrivent la moelle ou un canal médullaire plein d'air, contiennent les vaisseaux spiraux montant de la racine. Ces faisceaux sont réunis par du tissu cellulaire, dans lequel se trouvent des conduits intercellulaires. C'est dans l'écorce, qui est ordinairement verte et succulente, et qui résulte d'un assemblage de fibres diverses réunies par du tissu cellulaire, que se trouvent les vaisseaux nourriciers provenant des feuilles. La tige verte et charnue des cactus et des stapelia, qui est imprégnée de la substance des feuilles, remplit en même temps l'office de ces dernières, et se trouve garnie de pores alongés.

§ 182. La tige des monocotylédonées, qui varie suivant les familles, diffère généralement de celle des dicotylédonées en ce qu'elle représente davantage une masse homogène, n'étant jamais composée d'un corps ligneux et d'un corps cortical distincts, qui croissent en augmentant de masse en sens contraire l'un de l'autre. Elle ne contient pas non plus de rayons médullaires. Les fibres les plus anciennes y sont situées à l'extérieur, et les plus jeunes dans l'intérieur. La coupe transversale du tronc des palmiers ne présente que des faisceaux de fibres longitudinales éparses et réunies par du tissu cellulaire, faisceaux dont les externes sont durs et d'un tissu serré,

tandis que les internes sont, au contraire, mous et semblables à de l'aubier. Chaque faisceau de fibres contient des vaisseaux spiraux et ponctués, qui sont unis par du tissu cellulaire. Le chaume des graminées se distingue en ce qu'il est composé d'un plus ou moins grand nombre de segmens, réunis par des renflemens ou nœuds, d'où naissent des feuilles engaînantes. Ces internœuds sont composés de fibres longitudinales et parallèles, circonscrivant un tissu cellulaire lâche. Dans les nœuds, ces fibres sont serrées les unes contre les autres et entrelacées en sens horizontal, de sorte que le canal rempli de moelle se trouve interrompu par des cloisons transversales, etc.

§ 183. La tige des plantes cellulaires, quand elle existe, comme dans les mousses (*surculus*), quelques lichens (*thallus, podetium*) et certains champignons (*thallus, peridium, cormus*), est composée d'un tissu cellulaire homogène, sans autre tissu quelconque ni écorce. Le tissu cellulaire contient quelquefois des cellules allongées, ou des cavités en forme de sac. Dans la plupart des hépatiques (*marchantia, riccia*), on n'aperçoit qu'un disque foliacé (*frons*), qui remplit à la fois l'office de la tige et des feuilles, et qui n'est composé que de cellules arrondies et oblongues. Les algues aquatiques représentent une réunion de petits sacs. Toutes ces plantes sont dépourvues d'épiderme proprement dit, qui ne commence à se développer que dans les mousses (1). Dans les végétaux cellulaires, les liquides absorbés, soit par les racines et les prolongemens capillaires situés à la base du thallus, soit par la surface, parviennent dans le tissu cellulaire, et montent dans les espaces en forme de sac. L'ascension des liqueurs colorées le long de la

(1) L.-C. Treviranus, *Von der Oberhaut der kryptogamischen Gewaechse*; dans *Vermischte Schriften*, t. IV, p. 34.

tige est souvent très-facile à voir dans les champignons. On aperçoit aussi ce phénomène dans les ulves, les fucus, les lichens et les mousses. C'est dans le tissu cellulaire que s'effectuent l'assimilation de la sève et sa conversion en la substance propre du végétal.

§ 184. Dans les plantes vasculaires les liquides absorbés par les racines traversent la tige ou le tronc, les branches et les rameaux, pour arriver aux feuilles. Ce qui le démontre, c'est que quand, au printemps, on pratique à différentes hauteurs, sur la tige des arbres ou des arbrisseaux, des incisions pénétrant jusqu'au bois, la sève s'écoule d'abord de l'inférieure et ensuite de la supérieure. Duhamel et Bonnet ont vu aussi, dans leurs expériences sur les liqueurs colorées mises en contact avec les racines, qu'elles paraissaient peu à peu de bas en haut. Mais les physiologistes sont partagés à l'égard des parties qui président à la progression des liquides. Les uns ont admis que la sève monte dans le corps ligneux. D'autres pensent que c'est l'aubier qui contient les vaisseaux séveux, et d'autres encore soutiennent que l'ascension de la sève se fait à la fois dans la moelle, le bois, l'aubier et le liber. La première opinion, celle que la sève monte dans le corps ligneux des arbres et arbrisseaux, et dans les faisceaux ligneux des herbes et graminées, devient chaque jour de plus en plus vraisemblable. Les argumens suivant militent en sa faveur :

1°. Il est prouvé par les expériences de Coulomb (1), Knight (2), Wahlenberg (3), Walker (4) et autres,

(1) *Expériences relatives à la circulation de la sève dans les arbres*; dans *Mém. de l'Institut*, t. II, p. 246. — ROZIER, *Journal de phys.* t. XLIX, p. 392.

(2) *Philos. Transact.*, 1801, p. 336; 1808, t. II, P. 313.

(3) *Magazin der naturf. Gesellschaft in Berlin Jahrg.*, 6 quart. I, p. 23.

(4) *Trans. of the royal society of Edinburgh*, v. I, p. 3.

qu'au printemps le bois, les faisceaux ligneux et l'aubier sont gorgés de sève, qui parvient peu à peu des racines aux feuilles, en passant par la tige, les branches et les rameaux.

2° Les expériences de Magnol (1), Labaisse (2), Duhamel (3), Bonnet (4), Reichel (5), Comparetti (6), Knight (7), Cotta (8) et autres, sur les liquides colorés mis en rapport avec des racines ou des branches coupées, ont appris que ces liqueurs se répandent dans le bois, et que souvent même elles parviennent dans les nervures des feuilles et des fleurs.

3°. Il est suffisamment démontré que les arbres poussent des feuilles même après qu'on a coupé circulairement leur écorce et leur liber jusqu'au bois.

Comme le bois des arbres et les faisceaux ligneux des plantes herbacées sont principalement composés de vaisseaux spiraux, qui se prolongent depuis la racine jusque dans les feuilles, en passant par le tronc, les branches et les rameaux, que ces vaisseaux forment probablement une cavité dont la continuité n'offre pas d'interruption, et que ce sont eux surtout qui, dans les expériences sur les liquides colorés, contenaient les matières colorantes, il est très-probable que la sève monte dans leur intérieur, ainsi que l'ont admis Ray, Labaisse, Duhamel, Bonnet, Reichel, Schwagermann, Knight,

(1) *Mém. de l'Ac. des sc. de Paris.* 1709, p. 103.

(2) *Sur la circulation de la sève des plantes.* Bordeaux, 1733, in-8°.

(3) *Physique des arbres*, t. II, p. 286.

(4) *Recherches sur l'usage des feuilles*, p. 112.

(5) *De vasis plantarum spiralibus.* Léipzick, 1758.

(6) *Prodromo*, p. 60.

(7) *Natur-Beobachtungen ueber die Bewegung und Function des Safts in den Gewaechsen.* Weimar, 1806, in-4°.

(8) *Biologie*, t. IV, p. 20. *Ueber die Gefaesse und den Bildungssaft der Pflanzen*; dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 143.

Link, G.-R. Treviranus (1), Dutrochet (2), Schultz (3) et autres. Kieser, Amici (4), Decandolle (5) et quelques autres pensent, au contraire, qu'elle monte dans les conduits intercellulaires, et ils admettent que sa progression est déterminée par le tissu cellulaire, qui a la propriété de s'imbiber de liquides.

§ 185. La sève, qui monte des racines, en grande quantité surtout au printemps, et moins abondamment en été, où la lymphe, comme l'appelait Duhamel, n'a guère été recueillie jusqu'à présent que sur des arbres, dont on perforait le tronc. Celle du bouleau, du hêtre, de l'érable, de l'orme, de la vigne, etc., est, d'après les recherches de Hales (6), Deyeux (7), Vauquelin (8), Proust (9) et Scherer (10), un liquide incolore et limpide, dont la pesanteur spécifique l'emporte un peu sur celle de l'eau. Elle a une saveur douceâtre, qui chatouille la langue. Toujours elle contient un acide, assez souvent libre, qui est le carbonique ou l'acétique. Le premier, suivant les observations de Coulomb, se dégage souvent sous la forme de bulles, au moment même où la sève coule de la plaie faite à l'arbre. La plupart du temps, les acides

(1) *Recherches sur la structure végétale.* Paris, 1824.

(2) *Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 485.

(3) *Osservazioni microscopiche.*

(4) *Organographie végétale*, t. I, p. 28.

(5) *Statique des plantes.*

(6) *Mém. sur la sève des plantes et principalement sur celle de la vigne et du charme, avec une analyse de ce fluide*; dans *Mém. présentés à l'Institut*, t. I, p. 85. Il a examiné la sève du bouleau.

(7) *Expériences sur la sève des végétaux.* Paris, an VII (1799), in-8°. *Annales de chimie*, t. XXXI, p. 20. — Il a analysé la sève de l'orme, du hêtre, du charme et du bouleau.

(8) *Annals of philosophy*, t. I, p. 109. Il a analysé la sève de la vigne.

(9) Schweigger's *Journal*, t. IV, p. 362. Analyse de la sève de l'érable commun.

(10) *Journal de physique*, t. XLIX, p. 392.

sont combinés avec de la chaux ou de la potasse. On trouve encore dans la sève diverses matières végétales, du sucre et du mucus. La quantité de sucre contenue dans celle de l'*acer saccharinum*, s'élève à environ cinq pour cent de son poids. On rencontre quelquefois aussi de l'albumine et une substance analogue au gluten dans la sève. Il ne paraît pas qu'on y ait encore aperçu de formes organiques, de globules : du moins G.-R. Treviranus (1) et Schultz (2) n'en ont point vu. Schultz dit seulement en avoir découvert quelques vestiges dans de la sève prise à une hauteur considérable de la tige. La sève que l'on recueille entre en fermentation sous l'influence de l'air atmosphérique : il s'en dégage du gaz acide carbonique, le mélange se trouble, des flocons blanchâtres se précipitent, et la liqueur devient aigre. Ce ne sont pas seulement les arbres qui contiennent de la sève au printemps, et l'on trouve aussi à cette époque une liqueur analogue dans les fibres ligneuses d'autres plantes. Elle est fort abondante dans les palmiers, parmi les monocotylédonées. La sève des herbes n'a point encore été examinée à l'état de pureté, et les analyses des sucs obtenus de diverses plantes par expression ne peuvent fournir aucune conclusion certaine, parce que la sève qu'on se procure de cette manière est mêlée avec d'autres humeurs.

§ 186. Les matières nutritives grossières que les racines absorbent paraissent éprouver un certain degré d'assimilation par leur mélange avec une liqueur que sécrètent les fibres radiculaires. Ce qui indique qu'une sécrétion de ce genre a lieu dans les radicules des hyacinthes, des tulipes et des autres ognons qui sont plon-

(1) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 155.
(2) *Natur der lebenden Pflanze*, t. I, p. 466.

gés dans l'eau, c'est qu'elles sont entourées d'un liquide mucilagineux ou albumineux, que Duhamel, Bonnet, Senebier et autres ont observé. La liqueur que les racines d'une plante répandent dans la terre paraît même nuire à la végétation d'autres plantes, assertion à l'appui de laquelle Brugmans (1) et Mirbel (2) ont rapporté des observations.

La sève s'assimile de plus en plus à mesure qu'elle monte dans la tige. Il résulte des recherches de Knight (3) et de Wahlenberg (4), que sa pesanteur spécifique augmente en raison de son élévation. Dans le même temps, elle contient davantage de matière mucoso-sucrée. La sève de l'érable prise à la partie supérieure de tronc est plus chargée de sucre que celle qui provient de la partie inférieure. Mais une profonde obscurité règne encore sur la manière dont cette assimilation s'opère, et dont les matières que les racines absorbent avec l'eau acquièrent peu à peu les qualités du sucre, du mucus, de l'albumine et d'une substance azotée analogue au gluten. Knight a émis sur ce point une opinion qui paraît vraisemblable : il pense que les plantes annuelles, une fois arrivées au terme de leur développement, déposent, à la fin de l'été, le superflu des matières nutritives dans l'aubier et les racines, où il reste jusqu'au printemps suivant, époque à laquelle il se combine avec la nouvelle sève ascendante, dont il opère l'assimilation, en se mêlant avec elle. Les plantes non vivaces qui proviennent de graines, d'ognons ou de tu-

(1) Coulon, *Diss. de mutata humorum indole a vi vitali derivanda*, p. 77.

(2) *Phys. végét.*, t. I, p. 148.

(3) *Philos. Transact.*, 1803, t. I, p. 90, 1805, p. 2.

(4) *De sedibus materiarum immediatarum in plantis*. Upsal, 1806, 1807.

bercules, contiennent déjà, dans ces organes, autant qu'il en faut pour leur développement de matière nutritive, associée ainsi à leur germe par les végétaux d'où elles proviennent. Enfin il paraît que, dans les deux groupes de végétaux, une partie du cambium préparé par la respiration passe directement des vaisseaux nourriciers dans la sève, à l'assimilation de laquelle elle contribue. On ne voit pas trop comment, sans cette addition, le sève pourrait s'assimiler dans le cours de son ascension des racines aux branches et rameaux.

II. Assimilation dans les premières voies des animanx.

§ 187. Les alimens des animaux, quoique d'une nature moins simple, et d'une composition chimique plus rapprochée de celle des êtres qu'ils nourrissent, que ne le sont ceux des végétaux, ne passent pas non plus immédiatement dans la masse des parties solides. Ils ont besoin, avant d'être propres à cet usage, de subir certains changemens, qui varient suivant le degré de complication organique des animaux, ainsi que suivant la somme et l'énergie des manifestations d'activité qu'exercent ces derniers. Chez les animaux les plus simples, ceux qui sont formés d'une substance homogène, d'une simple mucosité, comme la plupart des infusoires, la susception des alimens liquides paraît n'avoir lieu qu'à la surface du corps, par absorption. Dès que les matières alimentaires sont parvenues dans leur substance, sur-le-champ elles y sont assimilées et peuvent servir aux besoins de la nutrition, parce qu'il n'y a point d'organes particuliers qui soient chargés d'accomplir l'assimilation. Chez les autres animaux, il existe une cavité spéciale, le sac alimentaire ou canal intestinal, dans lequel les alimens sont assimilés après leur ingestion. Les plantes n'ont

point ce réservoir pour les alimens qu'Aristote regardait déjà comme un caractère de l'animalité.

§ 188. Le sac alimentaire et les organes qui s'y rattachent sont appelés appareil digestif. Cet appareil présente une étonnante diversité dans les différens groupes d'animaux, relativement à sa disposition, à sa structure et au nombre des organes entrant dans sa composition. En général, on remarque que, depuis sa première apparition dans quelques infusoires et dans les polypes jusqu'aux animaux à sang chaud, les oiseaux et les mammifères, c'est-à-dire, dans les classes des méduses, des entozoaires, des radiaires, des annélides, des mollusques, des insectes, des arachnides, des crustacés, des poissons et des reptiles, il se montre d'autant plus complet, d'autant plus riche en parties diverses, d'autant plus développé en un mot, que l'organisation elle-même est plus compliquée, que les manifestations d'activité ont plus d'énergie et de diversité, et que le besoin des matières alimentaires se fait sentir à des intervalles plus rapprochés. On ne peut méconnaître que la complication de l'appareil digestif a d'intimes connexions avec le développement du système nerveux, le nombre des organes des sens et le développement des organes de la locomotion. Ce sont les manifestations d'activité de ces trois séries d'organes qui contribuent surtout à accélérer la consommation et le renouvellement de matière que nécessite l'exercice de la vie. Par conséquent, plus les phénomènes de la vie animale sont multipliés et énergiques dans un animal, plus aussi il a besoin que l'action de son appareil digestif soit puissante et développée pour préparer de nouveaux matériaux qui conservent les organes de la vie animale et entretiennent leur jeu sans interruption.

Nous remarquons, en outre, que la complication de

l'appareil digestif est en rapport intime avec la nature des alimens eux-mêmes dont l'instinct pousse les animaux à se nourrir. Ceux qui vivent de liquides ont un appareil digestif moins complexe que ceux dont la nourriture est composée d'alimens solides. Plus les alimens sont durs et différens du corps à l'entretien duquel ils doivent servir, plus aussi les organes de la digestion sont compliqués. Plus, au contraire, ces mêmes alimens sont mous et rapprochés de l'animal, quant à la composition, plus aussi la structure des organes assimilateurs est simple. Voilà pourquoi ces organes sont plus complexes chez les animaux qui vivent de plantes, et principalement d'herbages crus, que chez ceux qui se nourrissent d'alimens tirés du règne animal.

On peut donc, en ayant égard à ces diverses circonstances, déterminer d'avance si l'appareil digestif d'un animal est simple ou compliqué.

§ 189. Le sac alimentaire des animaux les plus simples, de ceux qui sont composés d'une substance gélatineuse homogène, représente une simple cavité, contenue dans la masse du corps, qui n'est ni formée ni limitée par des membranes particulières, et à laquelle conduit une ouverture appelée bouche. Nitzsch (1) a observé, chez des cercaires, un suçoir conduisant à un vaisseau fourchu qui se perdait dans la substance de leur corps. Il résulte des observations de Spallanzani (2) et de Dutrochet (3), que les rotifères ont une ouverture buccale extensible et contractile, qui mène à un sac en forme d'estomac,

(1) *Beytraege zur Infusorienkunde oder Naturgeschichte der Cercarien und Bacillarien.* Halle, 1817, p. 8.

(2) *Opuscules de physique,* t. I, p. 214.

(3) *Sur les rotifères (furcularia et tubularia, Lam.);* dans les *Annales du mus. d'hist. nat.,* t. XIX, p. 355. Cependant il est fort douteux qu'un canal intestinal court parte de cette cavité, et se termine par une ouverture anale particulière.

dans lequel ils reçoivent des infusoires. Chez les polypes, tant ceux d'eau douce, les hydres, que ceux de mer, qui forment les coraux, il n'existe également qu'une cavité stomacale en manière de sac, avec une ouverture par laquelle ils ingèrent d'autres petits animaux aquatiques dont ils se sont emparés à l'aide de leurs bras, et rejettent les débris non digérés de leurs alimens, d'où il suit que cette ouverture fait office à la fois de bouche et d'anus. Chez les polypes qui vivent sur un axe commun et fixé, de même que chez les pennatules, on voit presque toujours un canal délié partir de la cavité stomacale de chaque polype, et traverser le pédicule de celui-ci, pour gagner la masse commune, de manière que la nourriture de chaque individu profite au tronc tout entier (1). Les méduses présentent des différences relativement aux organes de la digestion. Dans celles que Péron (2) appelait agastriques (*eudora*, *berenice*), il n'existe que des vaisseaux absorbans, qui, du milieu de la face inférieure de l'animal, se répandent en rayonnant dans toute sa substance. Dans d'autres, au contraire, on aperçoit au milieu du corps une cavité stomacale spacieuse, à laquelle tantôt conduisent plusieurs canaux absorbans, comme dans les rhizostomes de Cuvier, tantôt aboutit une grande ouverture buccale, souvent prolongée en tube, comme dans les méduses proprement dites. L'estomac a quelquefois des dilatations latérales ou appendices en cul-de-sac, comme dans les cyanées de Cuvier, et de cet organe ou de ces appendices partent des vaisseaux qui se ramifient vers la périphérie ou le disque de l'animal, et entraînent le suc

(1) Cavolini (*Loc. cit.*, p. 56, 91.) a vu, dans les sertulaires, ces canaux remplis d'un liquide laiteux, dans lequel se trouvaient de petits grains qui étaient en mouvement.

(2) *Annales du Muséum*, t. XIV, p. 325.

nourricier. Les actinies (*actinia, zoanthes*, Cuv. *lucernaria*, Mull.) ont une grande cavité stomacale, à laquelle conduit une large ouverture buccale, par laquelle elles introduisent en elles différens animaux marins, des crustacés, des mollusques et de petits poissons, dont elles dissolvent rapidement les parties molles, tandis que les parties dures, qu'elles ne digèrent point, sont rejetées par la même ouverture. Parmi les radiaires, une disposition analogue se rencontre dans les astéries, chez lesquelles il n'y a également qu'une large bouche, située au milieu de la face inférieure de l'animal et conduisant à un grand sac d'où partent des appendices rameux et en cul-de-sac qui s'enfoncent dans les rayons. Ces animaux, au moyen de leurs tentacules, et souvent à l'aide de leur estomac renversé sur lui-même, s'emparent d'animaux marins, d'actinies par exemple, qu'ils digèrent rapidement, et dont ils rejettent par la bouche les parties insolubles dans le suc digestif.

§ 190. La disposition des organes varie beaucoup dans les entozoaires, qui présentent des formes si diversifiées relativement au degré de complication organique. La cavité destinée à recevoir les alimens est disposée en manière tantôt de vaisseau et tantôt de vrai sac. Le canal intestinal vasculiforme part d'ouvertures ou de renflemens faisant office de suçoirs, et consiste en canaux simples, qui traversent le corps dans le sens de la longueur, comme chez les vers vésiculaires (*echinococcus*, *cœnurus*, *cysticercus*); ou bien les quatre petits canaux naissant des quatre suçoirs se réunissent en deux tubes, comme dans les ténias, et traversent tous les anneaux, dans lesquels ils sont la plupart du temps liés par un canal transversal; ou enfin les vaisseaux, à partir des ouvertures de succion, se ramifient dans le corps, en s'anastomosant souvent ensemble, comme dans les vers

suceurs (*polystoma*, *tristoma*, *distoma*, *amphistoma*). Les vers ronds ont un canal intestinal en forme de sac, pourvu tantôt d'une seule ouverture, comme dans les filaires, tantôt d'un anus et d'une bouche distincts, comme dans les genres *ascaris*, *oxyurus*, *cucullanus*, etc.

§ 191. Dans les autres animaux, dont l'organisation est plus compliquée, les holothuries et les oursins, parmi les radiaires, les annélides, les mollusques, les insectes, les arachnides, les crustacés, les poissons, les reptiles, les oiseaux et les mammifères, la cavité alimentaire représente un sac plus ou moins long, formé par plusieurs membranes superposées, et qu'on appelle canal intestinal. A ce sac mène une ouverture placée à la partie antérieure de la tête de l'animal, la bouche, et il se termine par une autre ouverture, située presque toujours à l'extrémité opposée des corps, l'anus, par laquelle sont rejetés les restes non digérés des élémens, mêlés avec des humeurs excrémentielles. La base du canal intestinal est une membrane celluleuse parsemée de vaisseaux et de nerfs, dont une membrane sécrétant de la mucosité tapisse la face interne. Extérieurement cette membrane celluleuse est couverte d'une tunique musculeuse composée de fibres longitudinales et circulaires. Enfin, la plus grande partie du canal intestinal est encore enveloppée d'une membrane séreuse. La membrane muqueuse du sac alimentaire décrit souvent des plis et des valvules, qui font que les alimens ingérés s'y trouvent retenus pendant quelque temps dans des portions différentes et plus amples que le reste. Elle sécrète, par l'effet de la stimulation que les matières alimentaires exercent sur elle, des liquides qui exercent sur ces dernières une influence dissolvante et assimilatrice. C'est aussi à la surface de cette membrane que s'effectue l'absorption des alimens devenus liquides. La

membrane muqueuse excitée à se contracter par les substances alimentaires, les fait cheminer dans le canal intestinal. Enfin, la tunique séreuse qui enveloppe le sac alimentaire déposé dans une cavité particulière du corps, l'abdomen, et qu'on appelle le péritoine, s'avance en forme de plaques et de plis, les mésentères et les épiploons, vers le canal, avec la face externe de la membrane musculeuse duquel elle s'unit. D'une part le péritoine fournit des attaches au canal intestinal, et de l'autre il favorise, par le liquide qu'il sécrète, ou la sérosité péritonéale, le mouvement vermiculaire et automatique de cet organe.

La tunique muqueuse et la tunique musculeuse varient beaucoup, chez les animaux, quant à leur disposition. C'est principalement des modifications qu'elles présentent sous ce rapport que dépendent les différences qui existent dans le sac alimentaire et qu'enseigne l'anatomie comparée. Elles produisent des valvules saillantes et des constrictions, qui partagent cet organe en divers compartimens, estomac, intestin grêle et gros intestin, dans lesquels les matières alimentaires séjournent pendant quelque temps, afin de subir des changemens particuliers par l'action des sucs digestifs qui y sont sécrétés.

§ 192. L'action la plus générale que le sac intestinal, chez les animaux qui en ont un, exerce sur les alimens admis dans son intérieur, consiste dans la sécrétion de liquides que sollicite la stimulation produite à la face interne par la présence de matières étrangères. Ces sucs exercent une influence dissolvante et liquéfiante sur les alimens, dont ils opèrent en même temps l'assimilation, en s'associant à eux. Nous voyons dans tous les animaux, depuis les polypes jusqu'aux mammifères, que les alimens doués d'une certaine consistance deviennent plus mous, pulpeux et enfin liquides, par suite de leur

séjour dans le sac alimentaire. L'agent à l'aide duquel les sucs digestifs opèrent la dissolution, est en partie l'eau qu'ils contiennent, et dans laquelle sont solubles un grand nombre de combinaisons organiques simples contenues dans les matières alimentaires, comme l'albumine non coagulée, la gélatine, le sucre, le mucus végétal et l'amidon. Mais il consiste aussi en partie dans les acides, notamment l'acétique et l'hydrochlorique, que contient le suc stomacal des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons (1), et probablement aussi des autres animaux, acides par lesquels sont dissous les autres composés organiques, tels que l'albumine concrète, la fibrine, la matière caséeuse, le gluten, etc. Les alimens végétaux et animaux plus ou moins composés de ces combinaisons simples sont mis par là à l'état de dissolution.

Chez tous les animaux, même les polypes, les alimens sont dans le même temps tenus en mouvement par la réaction que les parois contractiles du sac exercent en se contractant à l'occasion de la stimulation qu'ils occasionnent. Les matières dissoutes et mues par le sac digestif sont absorbées par sa face interne, tandis que les parties qui n'ont pu être dissoutes sont rejetées, comme indigestes, soit par la bouche, soit par l'anus.

§ 193. Chez la plupart des animaux qui prennent des alimens solides, et qui ont besoin, pour leur conservation, que l'acte de la digestion et de l'assimilation marche avec célérité, la nature a joint encore au sac alimentaire divers organes dont les mouvemens ou les sécrétions contribuent à la préparation du suc nourricier. A cette classe d'organes appartiennent ceux de la

(1) Tiedemann et Gmelin, *Expériences sur la digestion*, traduit. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1826.

mastication, et différentes glandes qui sécrètent des liquides et les versent, par le moyen de canaux, dans diverses portions du sac alimentaire, comme la salive, le suc pancréatique et la bile. Nous ne ferons qu'indiquer d'une manière sommaire la part qu'ils prennent à l'assimilation.

§ 194. Les animaux qui vivent d'alimens encore organisés ou même encore vivans, ont des instrumens pour détruire en eux l'organisation et la vie. Ce sont les organes masticatoires, qui varient plus qu'aucune autre partie de l'organisation animale, sous le rapport des parties entrant dans leur composition, de leur nombre, de leur forme, de leur disposition et de leurs connexions. Ils offrent en même temps, dans les diverses classes, ordres, genres et espèces, des particularités si prononcées et si constantes, que les zoologistes s'en sont servis comme de caractères propres à diviser les animaux. On trouve ces organes dans les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les crustacés, beaucoup d'insectes, notamment les coléoptères et les orthoptères, dans les céphalopodes et plusieurs gastéropodes, chez les mollusques, dans les néréides chez les annélides, et même encore chez les oursins parmi les radiaires. Ils consistent en os attachés au crâne, ou en pièces soit calcaires, soit cornées, qu'on appelle mâchoires et mandibules, et auxquelles s'ingèrent des muscles qui peuvent les mouvoir en différentes directions. Chez les mammifères, les reptiles et les poissons, à un très-petit nombre d'exceptions près, les mâchoires sont garnies de parties dures qu'on nomme dents. Ces dents varient infiniment aussi en raison de la nature des alimens dont les animaux font usage. Celles des carnivores sont pour la plupart pointues, tranchantes, anguleuses ou crochues, afin de pouvoir saisir et égorger les animaux.

Les herbivores, au contraire, ont des dents plus aplaties, qui leur permettent d'écraser et de broyer les alimens. Au lieu de dents, les mâchoires des oiseaux et des chéloniens sont garnies d'une enveloppe cornée, appelée bec. Les mouvemens des mâchoires présentent également des différences. Dans les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les céphalopodes et plusieurs gastéropodes, elles se meuvent perpendiculairement, tandis que leur mouvement se fait d'une manière horizontale dans les crustacés et les écrevisses. Dans la classe des mammifères, chez les espèces carnassières, c'est par le mouvement de bas en haut de la mâchoire inférieure que les alimens sont déchirés et broyés. Chez les animaux qui divisent leurs alimens en les rongeant au moyen de dents en forme de ciseaux, la mâchoire inférieure se meut d'arrière en avant et d'avant en arrière. Les ruminans qui se nourrissent d'herbes et de substances très-cohérentes, la meuvent latéralement, ce qui leur permet d'écraser les matières saisies entre les dents. Enfin, chez les singes et plusieurs pachydermes, qui vivent d'alimens variés, la mâchoire inférieure se meut dans plusieurs directions à la fois.

§ 195. Les mouvemens que les organes masticateurs exécutent en obéissant aux ordres de la volonté, anéantissent la vie dans les alimens, s'ils en jouissent encore, et détruisent plus ou moins leur texture organique, circonstances sans lesquelles ils résisteraient à l'action dissolvante des sucs digestifs. La division des alimens en petits morceaux les rend aptes aussi à être transportés dans le sac alimentaire par le mouvement vermiculaire. Elle permet d'ailleurs aux substances dissolvantes de les pénétrer et de les liquéfier plus facilement.

Les animaux diffèrent essentiellement par ces mou-

vemens des végétaux, qui ne se nourrissent que de combinaisons organiques dissoutes et plus ou moins décomposées, dont ils s'emparent par absorption. Comme les végétaux ne prennent jamais d'alimens vivans, ils n'ont jamais ni force vivante ni texture organique à vaincre dans leur travail d'assimilation, dont l'unique but est de changer les affinités inhérentes aux alimens liquides. Au contraire, les animaux, qui se nourrissent de substances animales et végétales, ont d'abord à écarter la résistance de la vie et de l'organisation des parties solides, après quoi seulement ils peuvent modifier, par leurs sucs digestifs, l'affinité des matières organiques. L'acte d'assimilation est donc, sous ce rapport, plus compliqué chez les animaux que chez les plantes.

§ 196. Il est digne de remarque, en outre, que certains animaux, qui n'ont point d'organes masticateurs pour diviser leurs alimens et les réduire en une masse pultacée, possédent dans le sac lui-même des organes au moyen desquels ils peuvent parvenir à les atténuer, afin de procurer accès aux sucs digestifs et dissolvans. Ainsi, chez le pangolin (*manis*), qui vit d'insectes, on trouve un estomac très-musculeux, par les puissantes contractions duquel la nourriture est écrasée. Les oiseaux granivores et insectivores sont pourvus d'un estomac musculeux fort robuste, dont la face interne est calleuse et broye les alimens, action de sa part qu'ils favorisent encore en avalant de petites pierres. On rencontre un estomac analogue chez le crocodile. Il y en a un semblable, dans la classe des mollusques, chez les onchidies, et, dans celle des annélides, chez les aphrodites. Enfin l'estomac de certains animaux est armé de parties dures, calcaires ou cornées, qui atténuent les alimens, comme chez les blattes, les dytisques, les forficules, les sauterelles et autres, dans la classe des

insectes, les bulles, les aplysies, parmi les mollusques, et les néréides parmi les annélides.

§ 197. Enfin, les différentes humeurs, telles que la salive, le suc pancréatique et la bile, que certains organes tirent du fluide nourricier des animaux et mêlent aux alimens dans diverses portions du canal intestinal, sont de la plus grande importance pour l'acte de l'assimilation.

Quant à ce qui concerne d'abord la salive, ce liquide se mêle, chez beaucoup d'animaux, aux alimens reçus dans la bouche. On trouve des glandes chargées de la sécréter dans tous les mammifères (probablement même sans excepter les cétacés), les oiseaux et les reptiles. Elles sont surtout très-grosses chez les serpens, parmi ces derniers. Il faut y rapporter aussi les glandes qui sécrètent une humeur vénéneuse, chez beaucoup d'ophidiens, et qui communiquent avec l'intérieur des crochets à venin (1). Dans la classe des poissons, il en est plusieurs qui ont des glandes analogues aux salivaires. Tels sont entr'autres, suivant Rathke (2), les carpes, les anguilles, les brochets, les silures, etc. Spallanzani (3) regardait aussi comme analogue à la salive le liquide qui se sécrète à la face interne du pharynx chez les carpes, les barbeaux et les brochets. Parmi les mollusques, il y a des glandes salivaires dans les céphalopodes, les ptéropodes (*clio*) et plusieurs gastéropodes (*limax*, *helix*, *doris*, *aplysia*, *tritonia*, *onchidium*, *bulimus*, *murex* et autres) (4). Les insectes ont des or-

(1) Fontana, *Traité sur le venin de la vipère*. Florence, 1781, in-8°. — Th. Smith, *On the structure of the poisonous fangs of serpents*; dans *Philos. Transact.* 1818, p. I, p. 471.

(2) *Ueber den Darmkanal und die Zeugungsorgane der Fische*. Halle, 1824, in-4°., p. 1.

(3) *Versuche ueber das Verdauungsgeschaeft*, p. 41, 49, 71.

(4) Cuvier, *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des mollusques*. Paris, 1817, in-4°.

ganes en forme de sac qui sécrètent de la salive et qui s'ouvrent dans la cavité buccale. Ramdohr (1), Posselt (2), G.-R. Treviranus (3), Rengger (4), Léon Dufour (5) et autres ont trouvé de ces vaisseaux dans les papillons, les abeilles, la plupart des diptères, les libellules, les cicadaires, beaucoup d'hémiptères, les orthoptères et certains coléoptères, dans divers aptères (*pulex*), enfin dans les araignées, les scorpions et les cloportes.

La salive, liqueur aqueuse, presque toujours faiblement alcaline, est composée, chez les mammifères, d'eau, d'une matière animale particulière, qu'on appelle salivaire, de mucus, d'osmazôme, peut-être d'un peu d'albumine et de plusieurs sels. Elle contient aussi, chez certains animaux, de sulfocyanure de potassium. Ses effets sur les alimens sont de plusieurs sortes. Par l'eau et les carbonate, acétate et hydrochlorate de potasse et de soude qu'elle contient, elle contribue à ramollir et dissoudre les matières alimentaires. Elle anéantit aussi les phénomènes de la vie dans les alimens, ce qui est surtout sensible chez les serpens venimeux, dont la morsure tue rapidement les animaux. Elle paraît en outre favoriser l'assimilation des alimens par les matières azotées, matière salivaire et albumineuse, qu'elle y ajoute. On peut alléguer, en faveur de son action assimilatrice, que les animaux destinés à vivre de végétaux ont

(1) *Abhandlung ueber die Verdauungs-Werkzeuge der Insekten*. Halle, 1811, in-4°.

(2) *Diss. sistens tentamen circa anatomen forficulæ auriculariæ*. Jena, 1800. — *Beitraege zur Anatomie der Insekten*. Heidelberg, 1804, cah. 1.

(3) *Biologie*, t. IV, p. 323.

(4) *Physiologische Untersuchungen ueber die Insekten*. Tubingue, 1817, in-8°., p. 8.

(5) *Annales des sc. nat.*, juin 1825, p. 153. Vaisseaux salivaires des cigales.

des glandes salivaires plus volumineuses que ceux qui se nourrissent de substances animales. Enfin l'addition de la salive aux alimens les rend plus faciles à avaler, en les humectant et les ramollissant.

§ 198. Chez beaucoup d'animaux, lorsque les alimens dissous par le suc gastrique acide sortent de l'estomac et passent dans l'intestin grêle, il s'y mêle deux liquides de nature particulière, le suc pancréatique et la bile.

Le suc pancréatique est sécrété, chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, ainsi que chez les raies et les squales, parmi les poissons cartilagineux, par une glande conglomérée, semblable aux salivaires, et qu'on appelle pancréas. Le canal excréteur, simple, double ou multiple, de cette glande, tantôt s'ouvre immédiatement dans la première portion de l'intestin grêle, tantôt s'unit avec les conduits biliaires; quelquefois l'une de ses branches s'anastomose avec ceux-ci, tandis que l'autre s'abouche avec l'intestin. Chez la plupart des poissons osseux, le pancréas des animaux supérieurs paraît être remplacé par des appendices en cul-de-sac, et plus ou moins nombreux, de l'intestin grêle, dont Swammerdam (1) a donné la première description exacte, sous le nom d'appendices pyloriques, et qui, dans les esturgeons, sont réunis et confondus en une masse analogue à une glande. A l'égard des mollusques, Grant (2) a dernièrement aperçu, dans quelques céphalopodes (*loligo sagittaria*), deux glandes d'un rouge clair, lo-

(1) *Observat. anatom. selectiores collegii privati Amstoledam.* Amst., 1667, in-12, P. 11. — Rathke (*Ueber den Darmkanal der Fische,* p. 85) a traité tout récemment des appendices pyloriques.

(2) *On the existence of the pancreas in some species of the cuttle-fish-tribe;* et *On the existence of a pancreas in the doris Argo;* dans *The Edinb. philos. journal, jul.,* 1825, p. 197.

bées et unies au canal biliaire, qu'il présume être analogues au pancréas. Il regarde aussi les appendices glanduleux qui communiquent avec l'estomac dans les aplysies et les doris, comme analogues aux appendices pyloriques des poissons. Les recherches de Ramdohr (1) ont appris que, dans la classe des insectes, le canal intestinal est garni, chez plusieurs coléoptères (*carabus, cicindela, dytiscus, staphylinus, tenebrio, sylpha, necrophorus, hister* et *attelabus*), d'appendices en cul-de-sac semblables à ceux des poissons.

Le suc pancréatique des mammifères, du chien, de la brebis et du cheval, est légèrement acide, et composé, d'après les recherches que j'ai faites en commun avec L. Gmelin (2), d'eau tenant en dissolution beaucoup d'albumine, une matière analogue au caséum, de l'osmazôme et divers sels. De là résulte qu'il n'y a point identité entre lui et la salive, comme l'ont admis plusieurs physiologistes. Ce liquide paraît servir principalement, par la nature animale richement azotée qu'il ajoute aux alimens dissous dans l'estomac, à assimiler ces derniers et à les amener aux conditions de la composition chimique animale. On peut alléguer, en faveur de cette opinion, que le pancréas est beaucoup plus gros chez les mammifères et les oiseaux herbivores que chez les animaux carnivores, et qu'à en juger d'après son volume il fournit une sécrétion plus abondante. Le suc pancréatique des oiseaux, des reptiles et des poissons cartilagineux n'a point encore été soumis à l'analyse chimique. Le liquide fort abondant que contiennent les appendices pyloriques des poissons est blanchâtre, visqueux, mucilagineux, et presque toujours il rougit très-légèrement le tour-

(1) *Ueber die Verdauungs-Werkzeuge der Insekten*, p. 20.

(2) *Expériences sur la digestion, trad. par A.-J.-L. Jourdan*, t. I.

nesol. On peut admettre que, par son mélange avec le chyme, il en opère aussi l'assimilation.

§ 199. La bile, cet autre liquide, qui, versé en abondance dans le canal intestinal, se mêle avec les alimens après qu'ils ont été dissous dans l'estomac, est sécrétée par une glande volumineuse, remarquable par la disposition particulière de ses vaisseaux sanguins, et qui porte le nom de foie. Cette glande existe chez tous les mammifères, oiseaux, reptiles et poissons, de même que, parmi les animaux sans vertèbres, chez tous les mollusques et crustacés, et chez ces derniers elle est souvent composée d'un grand nombre de canaux rameux. Elle paraît être remplacée, dans la classe des insectes, par des vaisseaux plus ou moins nombreux, terminés en cul-de-sac, qui s'ouvrent dans le canal intestinal, contiennent un liquide jaunâtre, de saveur amère, et ont été considérés par Cuvier (1), Posselt (2), Ramdohr (3), Treviranus (4), Carus (5) et J.-F. Meckel (6), comme organes sécréteurs de la bile. Des vaisseaux analogues se rencontrent chez les aphrodites, dans la classe des annélides.

La bile des animaux vertébrés est composée d'eau, de mucus et de plusieurs matières animales particulières, la résine biliaire, le cholestérine, le picromel, l'acide cholique, une matière colorante, et probablement de la matière salivaire, de l'osmazôme, du caséum

(1) *Anatomie comparée*, t. IV, p. 158.

(2) *Beitraege zur Anatomie der Insekten*, p. 11.

(3) *Verdauungs-Werkzeuge der Insekten*, p. 43.

(4) *Biologie*, t. IV, p. 417.

(5) *Zootomie*, p. 649.

(6) *Ueber die Gallen-und Harn-Organe der Insekten*; dans *Archiv fuer die Anatomie und Physiologie*, t. I, p. 21. Je les regarde en même temps comme des organes urinaires, opinion déjà émise par Rengger et Wurzer.

et beaucoup de sels (1). Chez ces animaux elle est tirée principalement du sang veineux, conduit au foie par un gros tronc veineux, la veine-porte, qui se distribue dans l'intérieur de cette glande à la manière d'une artère. Sa sécrétion paraît avoir pour but, d'un côté, de maintenir la masse du sang dans un état tel, sous le rapport de la composition chimique, qu'elle puisse servir à la nutrition, et, d'un autre côté, de coopérer à l'accomplissement de l'acte assimilateur des matières alimentaires.

La plupart des matériaux de la bile, la résine, la graisse, le principe colorant, le mucus et les sels, sont rejetés avec les restes non digérés des substances alimentaires, conjointement avec lesquels ils constituent les excrémens. Il paraît donc d'après cela que cette sécrétion a un but relatif au maintien de la composition chimique du sang. Quant au rôle qu'elle joue dans la digestion, il consiste non seulement en ce que, par sa résine amère, elle excite la membrane muqueuse du sac alimentaire à fournir une sécrétion plus abondante, et la tunique musculeuse à exécuter des mouvemens plus vifs, mais encore en ce que les principes azotés qu'elle contient, comme le picromel, l'osmazôme et l'acide cholique, s'unissant aux alimens dissous, les assimilent et les rapprochent de la composition chimique animale. Ce qui annonce que ces principes sont repris par l'absorption, avec les substances alimentaires dissoutes, c'est qu'on ne les trouve point dans les excrémens.

§ 200. Les changemens que les alimens éprouvent dans le sac alimentaire, pour devenir aptes à être absorbés, consistent donc, en général, dans la destruction des qualités qu'ils pourraient conserver encore d'après leur origine organique, et dans la communication d'au-

(1) *Expériences sur la digestion, trad. par A.-J.-L. Jourdan*

tres propriétés, qui les rendent susceptibles de devenir parties constituantes du corps de l'animal qui s'en est emparé. S'ils sont encore vivans et organisés, leur vie et leur organisation sont détruites. En outre, la composition chimique qui leur avait été donnée par d'autres corps vivans change, et ils se résolvent en leurs simples élémens organiques. Enfin ils sont convertis en un liquide déjà analogue, sous le rapport de la composition chimique, à la masse des liquides de l'animal qui les a ingérés, liquide qu'on appelle chyle, et qui est absorbé. Ce changement est opéré en partie par des mouvemens et en partie par l'addition de liquides sécrétés. Une éjection d'excrémens, qui a lieu chez le plus grand nombre des animaux, est le dernier terme ou résultat de cette série d'opérations. Les manifestations d'activité ou de vie qui déterminent ces changemens dans les substances alimentaires, sont désignées sous le nom de digestion ou d'assimilation dans les premières voies.

On n'observe point de digestion proprement, de division, dissolution et fluidification d'alimens solides, chez les plantes (1), qui ne peuvent s'emparer que d'alimens liquides, par la voie de l'absorption. Il paraît n'y avoir chez elles qu'assimilation de ces liquides alimentaires par des sucs qui s'y mêlent. Les plantes ne rendent point non plus d'excrémens.

Ainsi, la digestion a pour but d'enlever aux alimens les qualités particulières qui leur ont été communiquées par d'autres corps vivans, et de leur en inculquer de nou-

(1) Quelques botanistes ont comparé les racines des végétaux à l'estomac des animaux, et prétendent qu'elles digèrent les alimens dont elles s'emparent par absorption. Cette opinion, que partageait Théophraste, est erronée. Duhamel (*Physique des arbres*, t. II. p. 189.) a déjà objecté contre elle que les boutures élaborent les liquides absorbés par elles, tout aussi bien que le fait la plante entière qui s'en est emparée par le moyen de ses racines.

velles, qui leur permettent de devenir parties constituantes du suc nourricier et des parties solides de l'être qui s'en nourrit.

§ 201. Chez les animaux pourvus d'un système lymphatique destiné à recevoir et charrier le chyle, le suc nourricier continue à s'élaborer en parcourant ce système. Au chyle et à la lymphe du sang artériel se joignent des liquides sécrétés, qui les rapprochent davantage des conditions du sang. Parmi les organes qui président à la sécrétion de ces liquides, on compte des glandes d'une espèce particulière, les glandes lymphatiques, ainsi que la rate, les capsules surrénales et la thyroïde. Le chyle et la lymphe se rapprochent d'autant plus du sang, sous le rapport de la couleur, de la coagulabilité et des principes constituans, qu'il s'y joint davantage de liqueurs assimilatrices, comme je le démontrerai plus tard en traitant de l'assimilation des substances absorbées dans le système lymphatique de l'homme. Les glandes lymphatiques, qui paraissent chez les poissons et les reptiles avec le système lui-même, augmentent en nombre et en volume chez les oiseaux et les mammifères, dont les manifestations d'activité, ayant plus d'intensité, ont par cela même besoin d'une préparation plus rapide du sang pour leur maintien.

III. Propriétés de l'assimilation.

§ 202. La propriété qu'ont tous les corps organiques, végétaux comme animaux, d'assimiler les alimens tirés du dehors, ou de les convertir en un liquide dont la composition chimique se rapproche de la leur, se manifeste, dans chacun de ces corps, d'une manière particulière, c'est-à-dire, avec des modifications spéciales. Chaque corps vivant prépare avec les alimens les plus

disparates un liquide nutritif particulier et approprié à sa conservation, de même que des corps organisés différens produisent, avec les mêmes alimens, des liquides nourriciers qui ne se ressemblent pas. On ne saurait méconnaître dans l'assimilation une opération exclusivement propre aux corps vivans, qui n'est nullement comparable aux changemens de composition que les forces physiques générales et le jeu des affinités chimiques peuvent produire dans les matières inorganiques. Il faut la considérer comme un acte vital, comme un effet de la vie. Examinons en quoi consiste cette propriété.

L'assimilation paraît devoir être attribuée à l'action des liquides que les corps vivans sécrètent et ajoutent aux matières alimentaires, dans la composition chimique desquelles ces liquides produisent des changemens particuliers.

Chez les animaux, divers liquides contenant des principes particuliers fort azotés, la salive, le suc gastrique, le suc intestinal, le suc pancréatique et la bile, se mêlent avec les alimens, qui, après s'y être dissous, sont absorbés avec eux. L'addition de ces liquides rend la composition chimique des alimens dissous plus rapprochée de celle du corps animal qui les a soumis à la digestion, et leur procure les qualités qui distinguent ce dernier. Dans les végétaux, la sève que les racines pompent paraît être assimilée par son mélange avec des liquides provenant des vaisseaux nourriciers, et contenant des combinaisons végétales particulières, abondamment chargées de carbone, telles que du sucre, du mucus végétal et de l'amidon.

Les liquides doués de propriétés particulières qui se mêlent avec les alimens, sont comparables à des fermens, qui déterminent dans les substances alimentaires

résultant de combinaisons organiques, des changemens tels que ces substances leur deviennent analogues sous le rapport des propriétés. On peut admettre que chaque corps vivant, lorsqu'il se maintient par sa propre activité, et en vertu de sa composition organique spéciale, possède en quelque sorte aussi son ferment particulier, au moyen duquel il opère l'assimilation des alimens qu'il introduit dans son corps.

L'action assimilatrice des liquides ajoutés aux alimens peut également être comparée à celle de la liqueur séminale des mâles sur la liqueur productive de la femelle, dans l'acte de la génération. De même que l'influence vivifiante spécifique de la semence sur la matière génitale détermine des changemens particuliers de forme et de composition en vertu desquels le germe devient semblable en tout à l'espèce végétale ou animale dont les individus ont la faculté de le produire, de même aussi les alimens acquièrent des propriétés spéciales et conformes à celles des individus qui s'en emparent.

Enfin le mode d'action des liquides assimilateurs peut être comparé à un phénomène qu'on n'observe que chez les animaux, l'infection par des principes contagieux. De même que des principes contagieux, celui de la petite vérole, par exemple, après s'être développés en certaines circonstances chez un animal, donnent lieu, quand ils sont transplantés dans un autre corps vivant de la même espèce, à une maladie toute semblable et à la production d'un principe contagieux pareil, de même aussi ce sont les liquides assimilateurs qui communiquent aux alimens reçus dans les corps vivans leurs qualités et propriétés spéciales.

Tous les phénomènes dont il vient d'être parlé, et qu'on n'observe que chez les corps vivans, paraissent

reposer, quant au fond, sur les propriétés vivantes des liqueurs organiques, de produire en certaines circonstances, dans d'autres corps ou matières organiques, des changemens ou fermentations analogues, qui font que ces corps acquièrent les propriétés dont elles-mêmes sont douées.

§ 203. La propriété assimilatrice des liquides que les corps vivans ajoutent aux alimens dépend-elle d'une force spéciale, ou peut-elle être rapportée à l'action d'une autre force organique? Déjà Galien (1) admettait une force particulière d'assimilation, et d'autres physiologistes, Grimaud entr'autres (2), parmi les modernes, ont été du même avis. Ils se fondaient principalement sur ce que l'assimilation ne saurait être considérée comme l'effet d'une autre force, notamment de la force de nutrition ou de formation, celle avec laquelle elle a d'ailleurs le plus d'analogie, parce qu'elle a pour but de produire une substance homogène avec des alimens hétérogènes, tandis que la force de nutrition ou de formation produit, avec le liquide nourricier homogène, des mélanges fort différens les uns des autres, savoir les matériaux des parties solides. Cependant il ne paraît pas qu'on ait besoin d'admettre une force assimilatrice spéciale, d'autant plus que cette hypothèse ne fait pas mieux connaître l'assimilation en elle-même. Les liquides assimilateurs doivent leurs qualités diverses aux manifestations d'activité des parties solides, c'est-à-dire qu'ils sont préparés avec la liqueur nourricière générale,

(1) Galien (*De nat. facultat.* l. 3, c. 1) faisait accomplir l'assimilation (εξομοιωσις, ὁμοιωσις) par une force spéciale, *facultas assimilatrix* (Πυναμις ὁμοιωτικτη). Bacon admettait un *motus assimilationis* particulier.

(2) Grimaud (*Cours complet de physiologie*, t. I, p. 229), appelait la force d'assimilation *force d'affinité vitale*, *force ou faculté digestive*.

par l'action de ces parties, dans lesquelles par conséquent leur sécrétion suppose la force de nutrition et de formation, dont les modifications la modifient à son tour.

De même qu'en vertu de cette force les parties solides attirent du liquide nourricier général des matières qu'elles font entrer dans leur composition et dans leur structure organique, et auxquelles elles communiquent leurs qualités vitales, de même les organes qui préparent les liquides assimilateurs avec le fluide nourricier général semblent leur communiquer, par le même acte et en vertu de la même force, des qualités qui leur permettent d'agir sur les alimens de manière à en opérer l'assimilation. La force de formation qui, dans la génération de chaque espèce animale ou végétale, produit des composés chimiques, des formes organiques et un mode de développement conforme à ceux des corps générateurs, est aussi celle qui, en préparant les liquides assimilateurs et leur action sur les alimens, produit continuellement une liqueur appropriée au mode particulier de composition, d'organisation et d'activité de ces corps.

Comme l'origine des espèces animales et végétales susceptibles de se reproduire par la voie de génération, n'est pas du nombre des choses que nous puissions apercevoir, et que les effets de la force de formation se prolongent, à travers les générations, en une série dont l'esprit humain ne saurait atteindre le terme, il en est de même pour les manifestations de cette force dans la nutrition et l'assimilation. Nous voyons seulement, chez les individus, les effets de la force de formation se prononcer dans la génération, la nutrition et l'assimilation, au milieu de certains phéno-

mènes et de certaines conditions, que nous cherchons à connaître sans pouvoir nous rendre compte de la cause première d'où ils dépendent.

CHAPITRE V.

De la respiration.

§ 204. Le liquide préparé avec les matières alimentaires, par les fonctions des premières voies, n'est point encore propre à la nutrition des parties solides. Il a besoin, pour le devenir, d'être exposé à l'action de l'air atmosphérique, qui lui fait subir certains changemens. Ces changemens sont le résultat d'un échange de matériaux gazéiformes, qui a lieu entre lui et l'air. Le liquide nutritif grossier puise des principes dans ce dernier et en rejette d'autres. Sa composition change par là, et il acquiert les qualités qui lui sont nécessaires pour se combiner avec les parties solides dans l'acte de la nutrition. On donne le nom de respiration à la conversion de ce liquide grossier en liquide nourricier proprement dit, sous l'influence de l'air atmosphérique. Comme les actes qui accompagnent la respiration diffèrent chez les animaux et chez les végétaux, nous allons d'abord les considérer dans chacun de ces groupes de corps vivans pris isolément.

I. Respiration des plantes.

§ 205. Toutes les plantes vivantes, pendant la durée de leur pleine et entière activité, attirent des matériaux de l'air qui les environne immédiatement, ou en sous-

trayent à l'air contenu dans l'eau, quand elles sont des végétaux aquatiques. Mais en même temps elles exhalent aussi des matières sous forme de vapeur ou de gaz. Les plantes plus compliquées ou plus parfaites, les plantes vasculaires, monocotylédonées et dicotylédonées, sont munies d'organes particuliers, les feuilles, qui accomplissent cet échange de matières gazéiformes. Cependant l'écorce verte, surtout dans les végétaux aphylles, tels entre autres que les cactus (1), semble pouvoir servir aussi à l'entretien de la respiration. Chez les végétaux plus simples, les plantes cellulaires, les algues, les lichens, les champignons et les mousses, il n'y a point d'organes respiratoires spéciaux, et la respiration paraît se faire par toute la surface du corps.

§ 206. Les feuilles, qui présentent tant de différences dans leur grandeur, leur nombre, leur forme, leur composition et leur situation, peuvent être considérées en quelque sorte, suivant la remarque déjà faite par Malpighi, comme des prolongemens, des continuations, des expansions de la tige et des branches. Dans chacune d'elles se prolongent des fibres du tronc, qui s'y étendent en surface. Pendant le développement complet et l'entier déploiement des manifestations d'activité des feuilles, il se fait un passage immédiat des parties de la tige dans ces organes. Tantôt les fibres se réunissent en faisceau et représentent un pétiole, comme dans les feuilles pétiolées; tantôt les fibres de la tige s'étalent sur-le-champ, comme dans les feuilles sessiles. Les feuilles offrent aussi une sorte d'articulation avec

(1) L'écorce verte, dont l'organisation ressemble à celle des feuilles, et qui a des pores oblongs, remplit aussi l'office de ces organes dans les *stapelia*, ainsi que dans les genres *ceropegia*, *xylophylla*, *casuarina* et autres. Plusieurs plantes parasites aphylles, comme les cuscutes, les cassytes et autres, paraissent vivre aux dépens du suc nourricier des végétaux qui leur servent de support.

la tige et les branches, comme dans la plupart des arbres ou arbrisseaux, on bien elles en sont des prolongemens immédiats, et ont la forme de gaînes qui enveloppent la tige, comme dans les graminées. Elles-mêmes sont simples ou composées de plusieurs folioles. Les fibres qui se prolongent soit dans le pétiole, soit immédiatement dans les côtes et nervures, et dont les ramifications produisent des réseaux plus ou moins serrés, sont composées des vaisseaux spiraux du tronc. Outre les vaisseaux qui amènent la sève des racines et du tronc, il y en a encore de particuliers, dont Schultz (1) a démontré l'existence. Ceux-là se trouvent également dans les côtes et nervures des feuilles, d'où ils ramènent dans l'écorce du tronc le suc nourricier préparé et complètement élaboré par la respiration. Les vaisseaux qui amènent la sève et ceux qui ramènent le cambium paraissent communiquer immédiatement les uns avec les autres dans les mailles les plus déliées du réseau aréolaire. L'interstice de ces mailles est rempli d'un tissu cellulaire plus ou moins abondant. Le parenchyme des feuilles, composé de vaisseaux et de tissu cellulaire, est couvert entièrement par l'épiderme, qui, d'après les recherches de L.-C. Treviranus (2), se compose des couches les plus extérieures du tissu cellulaire, soit simples, soit multiples. Les cellules de cet épiderme diffèrent de celles qu'on aperçoit dans le reste du tissu cellulaire, par l'absence de tout suc et le défaut de coloration.

§ 207. A la surface des feuilles on voit les pores oblongs (*pori exhalantes, spiracula, stomata*) (3), qui ont été décou-

(1) *Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 272.

(2) *Ueber die Oberhaut der Gewaechse*; dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 1.

(3) Guettard (*Mém. de l'Ac. des sciences*, 1745) les appelait *glan-*

verts par Grew (1), et dont la disposition a été examinée avec soin par Kroker (2), Rudolphi (3), Moldenhawer (4), L.-C. Treviranus (5) et autres. La plupart de ces pores sont situés à la face inférieure des feuilles ; cependant ils occupent la supérieure dans les feuilles qui nagent sur l'eau. Les deux faces des feuilles en offrent dans le plus grand nombre des monocotylédonées, les graminées, les scitaminées, les palmiers, les liliacées, etc. Parmi les plantes dicotylédonées, cette dernière disposition a lieu surtout chez celles dont les feuilles sont épaisses, coriaces ou succulentes, comme dans les conifères, les *mimosa* de la nouvelle Hollande, etc. On assure enfin qu'il n'y a point de pores oblongs du tout dans les plantes qui sont entièrement couvertes par les eaux, comme le *zostera* et le *ceratophyllum*.

Les pores conduisent, d'après les recherches de Mirbel, de Moldenhawer et de L.-C. Treviranus (6), entre les cellules des feuilles, dans lesquelles se trouve un suc vert, contenant de petits grains ou globules. Il n'est pas prouvé qu'une communication immédiate existe entre eux et les vaisseaux ou conduits intercellulaires eux-mêmes, comme l'ont admis Comparetti et Kieser.

§ 208. Les feuilles des plantes cellulaires, qui ont une couleur verte, comme dans la plupart des mousses, sont ordinairement dépourvues de nervures. Elles consistent en un tissu cellulaire homogène, et n'ont point de

des miliaires. H.-B. de Saussure (*Sur l'écorce des feuilles et des pétales*. Genève, 1762) leur a donné le nom de *glandulæ corticales*.

(1) *Anatomy of plants*, l. 3, P. I, c. 2.

(2) *De plantarum epidermide*. Halle, 1801.

(3) *Anatomie der Pflanzen*, p. 94.

(4) *Beitraege zur Anatomie der Pflanzen*, p. 94.

(5) *Loc. cit.*

(6) *Ueber die Ausduenstung der Gewaechse*; dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 182.

pores oblongs. Lorsqu'on remarque en elles des nervures, celles-ci sont formées par des cellules allongées, dont la réunion produit l'apparence des nervures que présentent les feuilles des plantes vasculaires. Les feuilles de la plupart des hépatiques sont sans nervures et composées de cellules arrondies. On aperçoit sur celles de plusieurs algues des nervures produites par des cellules oblongues. Il n'y en a point dans les ulves. Les feuilles des plantes cellulaires ne sont que de simples prolongement de la tige, à laquelle elles ressemblent parfaitemens, d'après Decandolle (1), sous le rapport de la texture.

§ 209. Les opérations au moyen desquelles la sève conduite aux feuilles est convertie en cambium, consistent dans l'élimination et le rejet de certains matériaux de la première, et la susception dans l'air d'autres principes qui se combinent avec elle. Malpighi (2) savait déjà que les feuilles exhalaient, et ce fait a été suffisamment démontré par les expériences de Mariotte (3), de Woodward (4), de Hales (5), de Duhamel (6), de Bonnet (7), de Bierkander (8), de Senebier (9), de Martino (10), etc. La quantité de matière qui s'échappe par cette voie est très-considérable, comme le prouvent surtout les précieuses expériences de Woodward. L'exhalation ne se fait nulle part avec plus de rapidité que

(1) *Organographie végétale*, t. I, p. 374.
(2) *Anatome plantarum*, t. I, p. 14.
(3) *Essai sur la végétation*, p. 98.
(4) *Philos. Trans.*, 1699, p. 193.
(5) *Statik der Gewaechse*, p. 3.
(6) *Physique des arbres*, t. I, p. 133.
(7) *Recherches sur l'usage des feuilles*. Genève, 1754, in-4°.
(8) *Schwed. Abhandl.* 1773, p. 66.
(9) *Physiol. végétale*, t. IV, p. 73.
(10) Voigt, *Magazin*, t. VII, cah. 2, p. 18.

dans les feuilles qui commencent à pousser et qui sont encore tendres. Aux approches de l'automne, elle diminue peu à peu, à mesure que le tissu devient et plus dur et plus sec. Enfin, elle cesse tout-à-fait lorsque les feuilles deviennent jaunes ; alors les vaisseaux par lesquels ces dernières communiquent avec la tige se dessèchent et s'obstruent. La quantité de matière exhalée varie aussi suivant l'époque de la journée. L'exhalation est fort abondante pendant le jour, sous l'influence de la lumière solaire, ainsi que l'ont démontré Hales, Guettard (1), Senebier (2) et Th. de Saussure (3). Si l'on couvre deux plantes de même taille avec deux cloches de verre, et qu'on expose l'une à la lumière du soleil, pendant qu'on laisse l'autre à l'ombre, la face interne de la première cloche ne tarde pas à se couvrir de gouttes d'eau, mais celle de la seconde reste sèche. L'exhalation est à peine sensible pendant la nuit. Au reste, elle est singulièrement modifiée par d'autres influences, notamment par la température, la pluie et l'état de sécheresse ou d'humidité de l'air. Envisagée d'une manière générale, elle se fait d'autant plus abondamment, comme l'a fort bien dit Duhamel, que la vie des plantes a plus d'énergie, au milieu de circonstances extérieures favorables, et que les opérations qui en dépendent sont plus actives. Enfin, elle est d'autant plus copieuse dans une plante, que celle-ci a davantage de feuilles, que ses feuilles présentent une plus grande surface, et qu'il existe en elles un plus grand nombre de pores oblongs.

§ 210. La matière de la transpiration des plantes est

(1) *Mémoires de l'Ac. des sc. de Paris*, 1748, p. 569, 1749, p. 265.

(2) *Expériences sur l'action de la lumière solaire dans la végétation*, p. 72.

(3) *Recherches chimiques sur la végétation*. Genève, 1804, p. 54.

en grande partie vaporeuse, parfois cependant aussi liquide. A cette dernière doit être rapportée la rosée, que l'on rencontre assez souvent sur les feuilles. Suivant Hales et Senebier, elle est principalement constituée par de l'eau, qui exhale souvent l'odeur particulière aux plantes. Senebier assure y avoir rencontré quelquefois une matière analogue à la gomme ou à la résine, avec du carbonate et du sulfate de chaux.

§ 211. Quant aux changemens que les plantes produisent dans l'air, il est prouvé, par les observations et expériences de Priestley (1), Scheele, Ingenhouss (2), Spallanzani (3), Senebier (4), Humboldt (5), Th. de Saussure (6), H. Davy (7), Woodhouse (8), Gilby (9), Grischow (10), etc., que les feuilles vertes et bien portantes, exposées à l'influence de la lumière solaire, décomposent l'acide carbonique contenu dans l'air, que le carbone, avec une certaine quantité de son oxigène, se combine avec les plantes, et que le reste de l'oxigène est rendu à l'air, sous forme de gaz. Pendant la nuit, au contraire, ou lorsqu'elles sont soustraites à la

(1) *On air*, t. I, p. 284.

(2) *On vegetables*, t. I.

(3) *Journal de physique*, t. XLVIII, p. 135.

(4) *Encyclopédie méthodique, Physiologie végétale*, p. 184. — *Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour métamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation.* Genève, 1785.

(5) *Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen.* Freiberg, 1794.

(6) *Recherches chimiques sur la végétation*: Genève, 1804.

(7) *Researches chemical and philosophical chiefly concerning nitrous oxide or dephlogistet nitrous air and its respiration.* Londres, 1800.

(8) Nicholson, *Journal*, v. 2, p. 150.

(9) *On the respiration of plants*; dans *Edinb. philos. Journal*, 1820, vol. 7, p. 100

(10) *Physikalisch-chemische Untersuchungen ueber das Athmen der Gewaechse.* Léipzick, 1819.

lumière, de même que quand elles commencent à se flétrir en automne, ou enfin quand elles tombent malades et prennent une autre couleur que la verte, les plantes attirent une partie du gaz oxigène de l'air, et exhalent du gaz acide carbonique, en bien moindre proportion que la quantité de carbone dont elles s'emparent au jour. Elles retiennent aussi alors une certaine quantité d'oxigène, que les feuilles saines exhalent le lendemain à la lumière solaire.

§ 212. C'est Priestley qui a le premier aperçu la propriété qu'ont les plantes de purifier l'air par leur respiration. Il a vu des végétaux continuer à vivre dans l'air renfermé, et lorsqu'au bout de quelque temps il plongea une nouvelle bougie allumée dans cet air, elle continua à y brûler. Ingenhouss a fait voir que ce changement de l'air est dû au dégagement de gaz oxigène qui s'opère par les feuilles quand elles sont exposées à l'influence de la lumière solaire. Senebier a prouvé que le gaz oxigène provient de la décomposition de l'acide carbonique de l'air par les feuilles. Théodore de Saussure (1) a démontré que les plantes périssent bien dans le gaz acide carbonique pur, même dans celui qui est mêlé en grande quantité avec l'air atmosphérique, mais que, quand il existe en faible proportion dans l'atmosphère, loin de leur nuire, il favorise au contraire leur accroissement, sous l'influence de la lumière du soleil, et que cependant, si les plantes ne sont point exposées à la lumière, ce gaz leur est nuisible. Il a constaté aussi que les végétaux ne peuvent pas vivre dans un air totalement dépouillé de gaz acide carbonique. Percival (2) et Henry (3) ont également mis hors de doute la nécessité

(1) *Annales de chimie*, t. XXIV, p. 145.

(2) Hunter, *Geological essays*, vol. 5, p. 17.

(3) *Transact. of the Manchester academy*, t. II, p. 341.

de l'absorption de ce gaz pour la nutrition des plantes. Il résulte donc de là que le dégagement de gaz oxigène par les feuilles, sous l'influence de la lumière du soleil, tient à la décomposition du gaz acide carbonique qu'elles ont puisé dans l'air, et dont elles retiennent le carbone, tandis qu'elles en exhalent l'oxigène. Les conferves, les algues et les lichens, qui ont une couleur verte, exhalent aussi, d'après les observations d'Ingenhouss, de Scherer et de Senebier, du gaz oxigène, quand on les expose à l'air.

Saussure dit avoir observé que les plantes exhalent également un peu d'azote; mais Gilby n'a rien vu de semblable dans ses expériences. La quantité d'acide carbonique que les plantes absorbent, et celle d'oxigène qu'elles exhalent, varient beaucoup suivant les végétaux. Toutes les circonstances extérieures étant égales, elles dépendent de la nature des feuilles. Les plantes à feuilles minces prennent plus d'acide carbonique et rendent plus d'oxigène que celles à feuilles épaisses et charnues.

§ 213. Les plantes se comportent autrement par rapport à l'air atmosphérique, soit pendant la nuit, soit quand elles sont soustraites à l'action de la lumière du soleil. Leurs feuilles absorbent alors de l'oxigène, et plusieurs exhalent du gaz acide carbonique, ainsi que l'ont constaté les expériences de Spallanzani, Th. de Saussure, Gilby, Gough (1) et autres. Les végétaux présentent des différences relativement à la quantité qu'ils absorbent du premier gaz et qu'ils exhalent du second. Ceux à feuilles épaisses et charnues sont ceux qui absorbent le moins d'oxigène, et ils n'exhalent point d'acide carbonique. Viennent ensuite les vé-

(1) Nicholson, *Journal of nat. philosophy*, v. 3, p. 1.

gétaux toujours verts, les conifères, puis enfin les arbres et arbrisseaux qui perdent leurs feuilles à l'automne. Ces derniers sont ceux qui prennent le plus d'oxigène et donnent aussi le plus d'acide carbonique. Les plantes absorbent en outre davantage d'oxigène au printemps que pendant l'automne. Au reste, la quantité d'oxigène dont elles s'emparent est toujours plus considérable que celle de l'acide carbonique qu'elles exhalent. Celle qu'elles prennent dans la nuit est moins forte aussi que celle qu'elles fournissent pendant le jour, ainsi que l'ont établi les nombreuses expériences de Saussure. Il paraît que l'oxigène qu'elles absorbent pendant la nuit se combine avec les matériaux de la sève, pour produire de l'acide carbonique, et qu'il est ainsi rejeté en partie au dehors. Le gaz acide carbonique exhalé pendant la nuit est absorbé de nouveau dans la journée, et s'échappe sous forme de gaz oxigène par l'influence de la lumière solaire. Nous en avons la preuve dans une expérience de Saussure, qui couvrit une plante, sur le bain de mercure, d'une cloche contenant de l'air atmosphérique mêlé avec un dixième d'acide carbonique; au bout de six jours, durant lesquels la plante avait été exposée alternativement à la lumière du soleil et à l'obscurité, l'air ne contenait plus d'acide carbonique, mais la quantité d'oxigène avait augmenté. Il est prouvé, en outre, que la quantité de gaz acide carbonique que les feuilles décomposent avec l'influence de la lumière solaire, l'emporte de beaucoup sur celle qu'elles produisent pendant la nuit.

§ 214. Si nous réunissons dans un cadre étroit les phénomènes de la respiration des plantes, nous voyons qu'ils consistent en ce que les feuilles exhalent de l'eau, sous forme vaporeuse, et du gaz oxigène, pendant le jour, sous l'influence de la lumière du soleil. L'eau pro-

vient et de la sève que les racines envoient, par les conduits séveux, dans le parenchyme des feuilles, et de l'humidité que ces dernières absorbent pendant la nuit. Le premier effet de l'évaporation de cette eau est le rapprochement ou la condensation des matières organiques contenues dans la sève. Le gaz oxigène est extrait en grande partie de l'acide carbonique absorbé pendant le jour et de l'eau chargée du même gaz que les racines pompent dans l'humus, avec les matières organiques. Telle est la source que Senebier (1), Woodhouse (2) et Saussure lui assignent. Peut-être provient-il aussi en partie des combinaisons organiques oxigénées qui sont contenues dans la sève, c'est-à-dire, de l'acide acétique, du sucre et de la matière analogue à la gomme. Il n'est pas certain que l'eau de la sève soit décomposée par la respiration des plantes, ainsi que l'ont présumé Berthollet et Thomson, et qu'une partie de l'oxigène provienne de là; Saussure rejette cette décomposition comme une chose peu probable. L'exhalation de l'oxigène augmente la proportion du carbone relativement aux autres élémens de la sève, de même que sa quantité absolue devient plus considérable par l'absorption de celui que contient l'acide carbonique de l'air. On peut citer à l'appui de cette hypothèse les expériences de Chaptal (3), Hassenfratz (4) et Senebier, desquelles il résulte que des plantes qui avaient poussé à l'ombre contenaient beaucoup moins de carbone que d'autres qui avaient été exposées à la lumière.

(1) *Recherches sur l'influence de la lumière solaire pour métamorphoser l'air fixe en air pur par la végétation.* Genève, 1783.

(2) Nicholson, *Journal of natural philosophy*, t. II, p. 150.

(3) *Mém. de l'Institut*, t. I, p. 288.

(4) *Ann. de chimie*, t. XIII, p. 188.

§ 215. La question de savoir laquelle des deux faces d'une feuille préside à l'exhalation de l'eau, ainsi qu'à l'absorption et à l'émission de matières gazéiformes, si c'est la supérieure ou l'inférieure, a été un sujet de controverse. Guettard, Duhamel et Bonnet crurent démontrer, par des expériences sur des feuilles dont ils avaient vernissé les surfaces, que l'exhalation de l'eau s'effectue principalement par la supérieure, parce que l'application du vernis sur cette dernière interrompait en grande partie le phénomène. Knight (1), au contraire, conclut de ses expériences sur des feuilles de vigne mises en contact avec des plaques de verre, et pendant le cours desquelles il vit la face inférieure seule se couvrir de rosée, quand le soleil agissait sur la feuille, que l'exhalation a lieu par cette face inférieure. L.-C. Treviranus (2) a répété les expériences de Knight sur un grand nombre de plantes, et obtenu pour résultat que, dans les feuilles membraneuses, l'exhalation se fait par la face où se trouvent les pores oblongs. Quelques végétaux transpirent par la face supérieure, d'autres par l'inférieure, et certains par les deux faces à la fois. L'exhalation n'a lieu que sous l'influence de la lumière solaire, temps où les pores oblongs sont le plus ouverts, tandis qu'ils paraissent être resserrés dans l'obscurité. Du reste, il est indifférent que la lumière du soleil tombe sur la face supérieure ou sur l'inférieure. Treviranus regarde en conséquence les pores oblongs comme les voies par lesquelles la partie aqueuse de la sève se dissipe dans l'air, opinion en faveur de laquelle se sont prononcés aussi Decandolle, Sprengel, Link et Rudolphi. Dans le même temps, il voit en eux les organes au moyen desquels

(1) *Philos. Transact.*, 1803.

(2) *Ueber die Ausdünstung der Gewaechse und deren Organe*; dans *Vermischte Schriften*, t. I, p. 173, t. IV, p. 3.

s'opère la susception de matériaux dans l'air. Déjà auparavant G.-R. Treviranus (1) avait dit que la respiration des végétaux s'opère par le moyen des pores oblongs. A l'appui de cette hypothèse, on peut citer les observations de Jurine (2) sur des feuilles plongées dans l'eau sous le récipient de la machine pneumatique, et desquelles on a vu sortir de petites bulles d'air par la face présentant des pores oblongs.

§ 216. Il faut considérer comme autant d'actes organiques des feuilles vivantes, tant la susception et la décomposition de l'acide carbonique sous l'influence de la lumière solaire, que l'absorption de gaz oxigène et la production d'acide carbonique durant la nuit, qui ont lieu dans la substance de ces organes. Ces actes continuent aussi long-remps que les feuilles sont fraîches et entières, même après qu'elles ont été coupées par morceaux. Mais lorsqu'on écrase les feuilles, de manière à détruire en elles l'organisation et la vie, le gaz acide carbonique ne se décompose plus sous l'influence de la lumière solaire, et il ne se fait également plus d'absorption d'oxigène dans l'obscurité. La masse végétale ne convertit alors qu'une petite quantité de l'oxigène de l'air en acide carbonique, comme le font les matières organiques mortes.

§ 217. Les actes de la respiration que les feuilles vivantes exécutent sous l'influence de la lumière, sont de la plus haute importance pour la vie des plantes. Quand on dépouille celles-ci de leurs feuilles, ou qu'elles les perdent, soit par le froid, soit par la voracité des insectes, leur nutrition et leur accroissement se trouvent arrêtés, le développement des fleurs, l'acte de la fécondation, le

(1) *Biologie*, t. IV. p. 37.

(2) *Journal de physique*, t. LVI, p. 185.

développement des fruits et des graines n'ont pas lieu, et les fruits déjà formés ne viennent point à maturité. Il est vrai que les plantes vivaces poussent alors de nouvelles feuilles, parce que les bourgeons qui n'auraient dû s'ouvrir que l'année suivante se développent, mais cette perte n'en cause pas moins fort souvent la mort des végétaux.

Si nous cherchons à savoir en quoi la respiration est nécessaire à la vie des plantes, nous ne pouvons lui trouver d'autre utilité que de produire le suc nourricier proprement dit, ou le cambium, avec la sève pompée par les racines. La sève, qui arrive aux feuilles incolore, non coagulable, sans globules, et composée d'eau tenant en dissolution de l'acide carbonique, de l'acide acétique, une matière mucoso-sucrée et différens sels, s'y convertit en un liquide verdâtre, en partie coagulable et rempli de globules, que les vaisseaux nourriciers reportent dans le tronc de la plante, où il sert à la nutrition proprement dite, de même qu'à la formation, au développement et à l'accroissement des parties. C'est de ce liquide que se dépose, dans les plantes vivaces, la matière nécessaire à la production de nouvelles couches ligneuses et corticales; c'est lui qui fournit celle dont sont formés les nouveaux bourgeons.

§ 218. Le suc exprimé des feuilles contient la fécule verte, qui se précipite en forme de sédiment. On aperçoit, dans cette fécule, des grains ou globules verts, qui n'existent point encore dans la sève. Il résulte des recherches de Rouelle (1), Einhof (2), Proust (3), Vau-

(1) Crell, *Beitraege zu den chem. Annalen*, t. I, cah. 3, p. 87.

(2) Gehlen, *Neues allgemeines Journal der Chemie*, t. VI, p. 67.

(3) *Ann. de chimie et de phys.*, t. X, p. 31. *Journal de physique*, t. LVI, p. 97

quelin (1), Pelletier et Caventou (2), qu'elle est composée d'une matière résineuse verte, soluble dans l'alcool et l'éther, et combustible, qu'on appelle chlorophylle, d'amidon, d'une matière analogue au gluten, et d'albumine végétale. Lorsqu'on fait chauffer le suc, cette dernière se coagule en partie sous la forme de flocons, et les acides la précipitent. Senebier et Gough (3) ont suffisamment démontré que la couleur verte des plantes dépend de la respiration soumise à l'influence de la lumière. On doit aussi considérer la conversion des matières contenues dans la sève, de l'acide carbonique dissous dans l'eau, de l'acide acétique, du sucre et de la gomme, en combinaisons organiques plus composées, telles qu'elles existent dans la fécule verte, comme un effet de la respiration dont il n'a point encore été donné de théorie satisfaisante. Voici, d'après les faits connus jusqu'à présent sur la respiration, quelle est la manière la moins forcée dont on puisse l'expliquer. Les matières existantes dans la sève, l'acide acétique et surtout le principe mucoso-sucré, sont des combinaisons organiques d'espèce inférieure, contenant une grande quantité d'oxigène relativement au carbone. Au contraire, on trouve dans la fécule verte, de l'amidon, une substance voisine du gluten, et de l'albumine, matières dans la composition desquelles il entre moins d'oxigène en proportion du carbone. Ce sont précisément ces changemens dans les proportions respectives des deux élémens qui semblent être les résultats de la respiration, puisque l'absorption de l'acide carbonique de l'air augmente la masse du carbone, soit d'une

(1) *Annales de chimie,* t. LXXXIII. p. 42.

(2) *Ann. de chim. et de phys.* t. IX, p. 194. *Journal de pharmacie,* t. III, p. 486.

(3) *Manchester Mem.,* t. IV, p. 501.

manière absolue, soit relativement à l'oxigène, et que la quantité de ce dernier diminue peut-être par exhalation. Il suit de là que les combinaisons organiques de degré inférieur qui existent dans la sève se convertissent en d'autres d'un degré plus élevé, qu'on trouve dans la fécule verte (1). Quant à ce qui concerne enfin l'azote contenu dans la matière glutineuse et dans l'albumine de cette fécule, il est probablement tiré de l'humus, et déjà existant dans la sève elle-même, où quelques chimistes ont trouvé en effet une substance azotée. A la formation des combinaisons organiques d'un degré supérieur qui accompagne la respiration, semble se rattacher aussi la première apparition des matériaux organiques d'agrégation ou les globules.

§ 219. Le suc nourricier qui est préparé dans les feuilles, par l'acte de la respiration, sous l'influence réunie de la lumière et de la chaleur, et qui contient des combinaisons organiques de nature supérieure, amidon, matières résineuses, albumine et gluten, est le liquide que des vaisseaux particuliers éconduisent des feuilles et transportent dans les diverses parties du végétal, pour y servir à leur nutrition. Nous reviendrons sur ce point en parlant de la circulation du suc nourricier et de la nutrition. Au reste, la nature du cambium paraît varier suivant les espèces, ainsi qu'on peut en juger d'après les différences qui se remarquent dans la composition des végétaux et de leurs produits. Sa diversité, malgré la ressemblance des matières alimen-

(1) La gomme ordinaire est composée, d'après Berzelius, de 41,906 de carbone, 6,788 d'hydrogène et 51,306 d'oxigène. L'amidon contient 43,481 de carbone, 7,064 d'hydrogène et 49,455 d'oxygène. La fibre ligneuse résulte, suivant Gay-Lussac et Thénard, de 52,53 carbone, 5,69 hydrogène et 41,78 oxigène. Enfin on trouve dans l'albumine 52,883 de carbone, 7,540 d'hydrogène, 5,372 d'oxigène et 16,705 d'azote.

taires pompées par les racines et l'égalité des influences extérieures qui entretiennent la respiration, phénomène dont la chimie n'a point encore pu donner jusqu'à présent une explication tant soit peu satisfaisante, ne saurait être considérée que comme un effet de l'activité plastique qui se manifeste d'une manière spéciale dans les différentes espèces de plantes, et en vertu de laquelle chaque espèce végétale prépare un suc nourricier correspondant à ses besoins.

§ 220. Pour terminer, nous allons encore jeter un coup d'œil sur les changemens produits dans l'air atmosphérique par les racines, les fleurs et les fruits. Il est prouvé que ces organes ne donnent pas lieu aux mêmes changemens que ceux qui sont déterminés par les parties vertes des végétaux, notamment par les feuilles. Des racines qui viennent d'être arrachées de terre, qu'on met dans un récipient plein d'air atmosphérique humide, hors duquel font saillie la tige et les feuilles, et dont il n'y a que les bouts qui plongent dans de l'eau, absorbent de l'oxigène et exhalent un peu de gaz acide carbonique pendant le jour, d'après les expériences de Th. de Saussure. Elles se comportent donc de même que les feuilles pendant la nuit. Quand Saussure introduisait du gaz azote, du gaz hydrogène ou du gaz acide carbonique dans le récipient contenant les racines, les plantes ne tardaient point à périr.

§ 221. L'action des fleurs sur l'atmosphère diffère également de celle que les feuilles exercent. Th. de Saussure (1) a trouvé, dans des expériences, que toutes, même celles des plantes aquatiques, absorbent du gaz oxigène, et qu'elles ne se développent pas dans des

(1) *De l'action des fleurs sur l'air*; dans *Ann. de ch. m. et de phys.*, t. XXI, p. 279, nov. 1822.

milieux privés de ce gaz. Elles se fanent dans le vide et dans le gaz azote. Lorsqu'on met une fleur sous un récipient plein d'air atmosphérique et clos par un bain de mercure, la quantité de l'air diminue peu, ou même ne diminue pas du tout, tant qu'il reste de l'oxigène : la fleur absorbe ce dernier gaz, et le remplace par une quantité à peu près égale de gaz acide carbonique. L'opération est accélérée par l'influence de la lumière solaire et de la chaleur, tandis qu'elle se fait avec plus de lenteur à l'ombre. En général, les fleurs, à poids égal, produisent plus de gaz acide carbonique que les feuilles vertes n'en dégagent dans l'obscurité pendant un même laps de temps. C'est principalement par les organes génitaux qu'ont lieu l'absorption du gaz oxigène et la production du gaz acide carbonique. Auparavant, Saussure (1) prétendait, ce que Grischow (2) croyait aussi avoir remarqué, que les fleurs exhalent de l'azote ; mais il s'est convaincu, dans ses dernières expériences, qu'elles ne laissent échapper ni gaz azote, ni gaz hydrogène.

§ 222. A l'égard des changemens que les fruits occasionent dans l'air atmosphérique, Th. de Saussure (3) avait trouvé que les fruits verts en déterminent de pareils à ceux qui sont produits par les feuilles. Exposés à l'air, ils absorbent, suivant lui, du gaz acide carbonique, et exhalent du gaz oxigène, cependant en quantité moindre, et d'autant moins considérable qu'ils se rapprochent davantage du terme de maturité. Bérard (4), au contraire, assure avoir remarqué, dans ses expériences sur la maturation des fruits, que les fruits verts, fraises, poires,

(1) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 127.
(2) *Ueber das Athmen der Gewaechsen*, p. 154.
(3) *Recherches sur la végétation*, p. 57, 129.
(4) *Ann. de chim. et de phys.*, t. XVI, p. 157, janv. 1821.

pommes, abricots, figues, cerises, groseilles, raisins, etc., ne se comportent comme les feuilles à aucune époque de leur accroissement, sous l'influence de la lumière solaire, qu'ils n'absorbent point de gaz acide carbonique, et qu'ils n'exhalent pas non plus d'oxigène. Il soutient que leur seule action sur l'atmosphère, tant à la lumière qu'à l'ombre, consiste à absorber de l'oxigène et exhaler de l'acide carbonique. Cette contradiction détermina Saussure (1) à entreprendre de nouvelles expériences, et il a fait voir que les fruits verts, cerises, prunes, poires et raisins, dégagent du gaz oxigène et absorbent du gaz acide carbonique, à la lumière solaire, tant dans l'air contenant de l'acide carbonique que dans l'eau chargée de ce même acide, qu'au contraire, dans l'obscurité, ils absorbent de l'oxigène et exhalent du gaz acide carbonique, et que par conséquent ils agissent sur l'air de la même manière que les feuilles, bien qu'à un plus faible degré. Si leur accroissement se fait avec beaucoup de lenteur, ils altèrent la pureté de l'air dans toutes les circonstances, moins cependant à la lumière que dans l'obscurité. Enfin Saussure croit avoir trouvé que, dans l'état de non maturité, et au moment où ils commencent à devenir acides, ils absorbent aussi une partie de l'oxigène de l'air, qui pourrait fort bien en conséquence contribuer au développement de leur acide.

II. Respiration dans les animaux.

§ 223. Chez tous les animaux, le fluide nourricier grossier, préparé avec les matières alimentaires par l'activité des organes de la digestion, a besoin d'être sou-

(1) *De l'influence des fruits verts sur l'air avant leur maturité*; dans *Mém. de la société de physique et d'hist. nat. de Genève*, t. I, p. 245. *Ann. de chim. et de phys.*, t. XIX, p. 143.

mis à l'influence de l'air atmosphérique pour acquérir les qualités sans lesquelles il ne saurait servir aux besoins de la nutrition. Pendant que cette influence s'exerce, des parties de l'air se mêlent avec le suc nourricier, qui en rejette d'autres dans l'atmosphère. Il devient ainsi plus rapproché du corps animal par sa composition chimique, et acquiert l'aptitude à se combiner avec les parties solides, dans l'acte de la nutrition, à en offrir la composition, l'organisation et les manifestations vitales d'activité. La nécessité, pour la conservation de la vie, d'un échange de matières entre l'air et le suc nutritif grossier, ressort de ce que tous les animaux périssent plus ou moins rapidement lorsqu'ils sont mis hors de communication avec l'air, quand on les plonge, par exemple, dans le vide ou dans d'autres gaz, tels que l'acide carbonique, l'hydrogène, l'azote, etc. La mort arrive d'autant plus promptement, ou le maintien de la vie se montre d'autant plus dépendant de la respiration, que l'organisation des animaux est plus compliquée, que leurs manifestations d'activité ou de vie présentent plus de diversité ou d'intensité. Voilà pourquoi il existe un rapport intime, impossible à méconnaître, entre le besoin de respirer qu'ils éprouvent et le degré de déploiement de leur système nerveux et de leurs organes locomoteurs, ainsi que l'ont démontré G.-R. Treviranus (1) et A.-F. Schweigger (2). Plus les manifestations d'activité de ces appareils consomment de sang chez un animal, plus celui-ci a besoin, pour se conserver, que l'appareil destiné à la préparation du suc nutritif grossier soit composé, et que la réciprocité d'action de ce même liquide avec l'air soit intime, afin qu'il puisse être converti en sang propre à réparer les pertes continuelles qui ont lieu.

(1) *Biologie*, t. II, p. 465.

(2) *Naturgeschichte der skelettlosen Thiere*, p. 158.

§ 224. L'air atmosphérique, qui seul est capable d'entretenir d'une manière durable l'acte de la respiration, agit immédiatement sur les animaux, comme chez ceux qui respirent l'air, ou se trouve mêlé avec l'eau, par l'intermède de laquelle s'effectue la respiration, comme chez la plupart des animaux qui vivent dans cet élément. Quant aux vers intestinaux qui habitent dans le corps d'autres animaux, la respiration paraît être entretenue chez eux par les sucs qui sont sécrétés du sang artériel et qui les baignent.

§ 225. Chez les animaux les plus inférieurs, qui vivent dans l'eau ou dans des humeurs animales, l'action de l'air s'opère à la surface du corps, sans qu'il y ait d'organes spéciaux pour la respiration. Tel est le cas dans lequel se trouvent les infusoires, les polypes, les méduses, les entozoaires, enfin les néréides, les dragonneaux et les planaires parmi les annélides. Là le liquide préparé avec les alimens, et qui a passé directement du sac alimentaire dans la substance même de l'animal, est assimilé, à la surface du corps de ce dernier, par l'influence de l'air, qui lui communique ainsi la faculté de se convertir en sa propre masse et de s'identifier avec elle. Chez les autres animaux, il existe des organes particuliers pour l'accomplissement de la respiration. La base en est fournie soit par la peau extérieure, prolongée en forme de lames, de branches ou de pinceaux, soit par une membrane muqueuse qui s'enfonce dans l'intérieur du corps, où elle produit des vésicules creuses, des sacs ou des tubes (1). Les milieux respiratoires, l'air ou l'eau, entrent en contact avec ces membranes, par le moyen desquelles ils exercent leur action sur les sucs nutritifs des animaux, qui sont la plupart du temps

(1) G.-G. Fouquet, *De organi respiratorii in animalium serie evolutione*. Halle, 1817, in-8°.

contenus dans des réseaux capillaires. Plus les surfaces que ces membranes offrent aux milieux respiratoires sont étendues, plus l'échange de matières gazéiformes entre eux et les humeurs est vif, rapide et considérable. Essayons de donner un aperçu général de la disposition et de la structure des organes respiratoires dans les animaux.

§ 226. Les organes respiratoires des animaux qui respirent l'air sont des poumons ou des trachées. Les poumons des animaux vertébrés, mammifères, oiseaux et reptiles, sont des sacs creux, vésiculeux, logés dans la poitrine, qui communiquent, par un canal, la trachée-artère et le larynx, avec l'arrière-gorge, et, au moyen de celle-ci, avec les cavités nasale et buccale. Ce canal a pour base une membrane muqueuse qui, à partir de la trachée-artère, se partage en branches, rameaux et ramuscules, et se termine enfin par des ampoules arrondies et fermées, qu'on appelle cellules pulmonaires. C'est chez les mammifères et les oiseaux que les cellules sont le plus nombreuses et le plus petites, parce que la vie, dépend bien davantage chez eux que chez les reptiles, de l'influence que l'air exerce sur le sang. Dans les reptiles, au contraire, la membrane muqueuse produit souvent, au moment où la trachée-artère entre dans les poumons, des vésicules spacieuses, qui servent en même temps de réservoir à air lorsque l'animal se plonge sous l'eau. Chez les oiseaux, les poumons communiquent encore, par le moyen d'ouvertures, avec des sacs membraneux situés dans la poitrine et l'abdomen, qui eux-mêmes se prolongent dans la plupart des os, dont l'intérieur est creux et dépourvu de moelle. Il résulte de cette disposition que l'air n'agit pas uniquement sur le sang qui circule dans les poumons, mais qu'il exerce encore de l'influence sur les organes eux-

mêmes. Le long du corps et des branches de la trachée-artère, la membrane muqueuse est garnie d'anneaux cartilagineux entiers, ou de segmens d'anneaux ; mais, à mesure que la trachée se divise dans la substance des poumons, les cartilages deviennent de plus en plus petits et minces, jusqu'à ce qu'enfin ils disparaissent entièrement. Cependant, chez la plupart des reptiles, on cesse d'apercevoir des cartilages dès l'instant que la trachée-artère pénètre dans les poumons. Ces cartilages tiennent la membrane muqueuse des poumons tendue et accessible à l'air qui doit agir sur elle. Entre eux, comme aussi sur la membrane muqueuse elle-même, là où ils cessent d'être visibles, on découvre presque toujours une couche de fibres musculaires disposées en cercle. Ces fibres sont distendues par l'air pendant l'inspiration. Les ramifications de la trachée-artère et les cellules en cul-de-sac qui les terminent, se remplissent d'air dans l'inspiration, et s'en vident en partie dans l'expiration.

Aux ramifications de la trachée-artère se joint, chez les mammifères, les oiseaux, les chéloniens, les sauriens et les ophidiens, une artère provenant du cœur, l'artère pulmonaire, dont la distribution suit pas à pas celle du canal aérien, et qui finit par produire, sur les cellules pulmonaires, un réseau très-délié qu'on appelle système capillaire des poumons. Dans les grenouilles, les crapauds, les salamandres et les tritons, les artères des poumons sont des branches de l'aorte. Du réseau dans lequel se résout l'artère pulmonaire, naissent des veines qui se réunissent en rameaux, branches et troncs, et aboutissent au cœur. Au larynx et aux poumons se rendent des branches nombreuses du nerf pneumo-gastrique, qui se distribuent dans les muscles, la membrane muqueuse et les parois des artères des organes respiratoires.

Le sang veineux qui arrive au cœur, mêlé avec le chyle et la lymphe, traverse cet organe pour gagner l'artère pulmonaire, soit tout entier, comme dans les mammifères et les oiseaux, soit en partie seulement, comme dans les reptiles. Parvenu aux dernières ramifications de cette artère, il s'y convertit en sang artériel, par l'influence de l'air inspiré, et, revêtu de cette nouvelle forme, revient par les veines pulmonaires au cœur, qui au moyen de l'artère du corps, appelée aorte, le distribue à toutes les parties, pour servir à l'accomplissement de la nutrition.

§ 227. Plusieurs mollusques de l'ordre des gastéropodes respirent également l'air par un poumon. De ce nombre sont les limaces, les testacelles, les parmacelles, les hélices, les pupes, les clausilies et autres, de même que la plupart de ceux qui vivent dans l'eau, planorbes, onchidies, lymnées, physes, etc. Leur poumon consiste en une cavité en forme de sac, à laquelle conduit un trou rond, entouré d'un sphincter, par lequel les animaux inspirent et expirent alternativement l'air. La cavité est tapissée intérieurement d'une membrane muqueuse très-finement plissée, dans laquelle des vaisseaux sanguins se répandent en façon de réseaux. Le sang qui revient du corps se rassemble dans un tronc veineux, la veine-cave, qui se distribue, à la manière d'une artère, dans le poumon. Après avoir subi l'influence de l'air, ce liquide est ramené par la veine pulmonaire à l'oreillette du cœur.

On peut comparer à ces poumons les petites cellules aériennes, ou vésicules membraneuses, que certains annélides, les vers de terre et les sangsues, présentent sur les parties latérales du corps, qui communiquent au dehors par une petite ouverture, et dans les parois desquelles se ramifient des vaisseaux.

§ 228. Les insectes aspirent l'air par de petites ouvertures arrondies ou oblongues, qui sont disposées en séries, de chaque côté, sur certains segmens de leur corps, et qu'on appelle stigmates. Ces ouvertures présentent une forme différente suivant le séjour de l'animal, et sont souvent mises, par des valvules, des soies ou des poils, à l'abri des corps étrangers qui tenteraient de s'y introduire, ainsi que l'a démontré K. Sprengel (1). Certains muscles sont chargés de les ouvrir et de les clore. Des stigmates partent de petits tubes rameux et très-déliés, qui se ramifient dans tous les organes et toutes les parties des insectes, et qu'on nomme trachées. Leurs parois sont formées de trois tuniques superposées, dont la moyenne consiste en fibres spirales, d'un blanc argentin, brillantes et fort élastiques. Ces fibres mènent aux organes eux-mêmes l'air, qui y exerce immédiatement son influence sur le suc nourricier. Chez les insectes qui vivent dans l'eau, les trachées se trouvent à l'anus, et sont souvent dilatées en forme de sac, pour servir de réservoir à air.

Les arachnides respirent également l'air par des stigmates, qui aboutissent à des sacs en forme de poumons ou à des trachées.

§ 229. La respiration qui s'accomplit au moyen de l'eau, a lieu par des branchies, ou par des conduits recevant ce liquide dans leur intérieur. Les branchies du plus grand nombre des poissons représentent des organes en forme de plaques, situés à la partie postérieure de la tête, qui sont fixés à des os ou cartilages particuliers, semblables à des côtes et appelés arcs branchiaux. Ces arcs s'articulent en haut avec le crâne, en bas avec

(1) *Commentarius de partibus, quibus insecta spiritus ducunt.* Leipzick, 1815, in-4°.

l'hyoïde, et peuvent être mis en mouvement par des muscles. Chaque branchie, dont on compte la plupart du temps quatre ou cinq, est composée de lamelles fort nombreuses, qui lui permettent de présenter une large surface à l'eau.

Les branchies sont adhérentes par leur bord supérieur seulement, comme dans les poissons osseux, ou par les deux bords, comme dans les raies et les squales. Chez les premiers, elles sont couvertes par des pièces osseuses mobiles, l'opercule et la membrane operculaire, au-dessous desquelles une large ouverture donne issue à l'eau qui s'est introduite par la bouche. Chez les autres, au contraire, il n'y a point d'opercule, et l'on observe plusieurs ouvertures, appelées trous branchiaux, qui servent au passage de l'eau.

Chez quelques poissons, tels que l'hippocampe et le syngnathe (1), les branchies ont la forme d'une grappe de raisin. Chez plusieurs poissons suceurs, les lamproies et la myxine glutineuse, elles forment, d'après les observations de Gaertner (2), de Bloch (3) et de Home (4), des sacs vésiculeux, dans lesquels l'eau s'introduit à la faveur d'un canal partant de la cavité buccale, et d'où elle sort par plusieurs trous situés sur les côtés.

Les branchies sont composées extérieurement d'une membrane muqueuse délicate, qui est la continuation et le prolongement de celle de la bouche et du pharynx. A cette membrane se rend une grosse artère naissant du ventricule unique du cœur, l'artère branchiale, qui se partage d'abord en autant de branches qu'il y a de

(1) *Meine Untersuchungen ueber die Kiemenbildung der Nadelfische*; dans Meckel, *Archiv fuer die Physiologie*, t. II, p. 210.

(2) *Schriften der Drontheimer Gesellschaft*, t. II, p. 250.

(3) *Naturgeschichte der auslaendischen Fische*, t. IX, p. 67.

(4) *Philos. Trans.*, 1815, P. II, p. 256.

plaques branchiales ou de sacs branchiaux. Chaque branche envoie des rameaux nombreux aux lamelles branchiales, dans la membrane muqueuse desquelles ces rameaux produisent des réseaux déliés. Les veines communiquent avec les dernières ramifications des artères. Elles se réunissent en rameaux et branches, et forment, à la face inférieure du crâne, un gros tronc artériel, l'artère du corps ou l'aorte. L'artère branchiale conduit le sang, mêlé avec le chyle et la lymphe, du cœur aux branchies. L'eau contenant de l'air qui s'introduit par la bouche ou les trous branchiaux, entrant en contact avec les branchies sur un grand nombre de points, agit sur le sang veineux qui traverse les réseaux vasculaires, et l'artérialise. Le sang artériel passe ensuite dans l'aorte, qui le conduit à tous les organes.

§ 230. La plupart des poissons possèdent, indépendamment de leurs branchies, un autre organe analogue au poumon, qui est la vessie natatoire. Cet organe est situé dans la cavité abdominale, le long de la face inférieure de la colonne vertébrale, et il communique ordinairement avec le pharynx ou l'estomac par le moyen d'un canal membraneux. Dans ses parois se répandent des vaisseaux sanguins nombreux, ainsi que des branches du nerf pneumogastrique et du grand sympathique (1). L'air qu'il contient est composé, d'après les recherches de Priestley (2), Fourcroy (3), Brodbelt (4), Biot (5),

(1) WEBER, *Anatome comparata nervi sympathici*. Leipzick, 1817; p. 58.

(2) *Versuche und Beobachtungen ueber verschiedene Theile der Naturlehre*, t. II.

(3) *Annales de chimie*, t. I, p. 47.

(4) NICHOLSON, *Journ. of natur. philosophy*, v. I, p. 234.

(5) *Mém. de la soc. d'Arcueil*, v. I, p. 253, v. II, p. 487.

Erman (1), Configliachi (2), Provençal et Humboldt (3), Geoffroy (4) et Delaroche (5), des mêmes élémens que l'air, c'est-à-dire, d'oxigène, d'azote et d'acide carbonique, mais dans des proportions fort sujettes à varier. Erman a trouvé, chez les poissons d'eau douce, moins de gaz oxigène qu'il n'y en a dans l'air atmosphérique, tandis que, suivant Biot, la proportion de ce même gaz est plus considérable chez les poissons de mer, ceux surtout qui se tiennent à de grandes profondeurs. Lacépède (6) prétendait y avoir rencontré aussi de l'hydrogène, mais aucun autre physicien n'a confirmé cette assertion.

Très-probablement, la vessie natatoire joue le rôle d'un organe accessoire dans la respiration, ainsi que l'ont admis Fischer (7), Nitzsch (8), G.-R. Treviranus (9) et plusieurs autres. Les poissons qui se font remarquer par des mouvemens très-vifs et prolongés semblent être principalement ceux qui respirent avec le secours de cet organe. Ils paraissent y accumuler de l'air respirable dans les circonstances où ils en prennent plus qu'ils ne peuvent en consommer, et employer cette réserve dans d'autres circonstances où ils ont besoin d'une grande quantité d'air. Ce qui milite en faveur de cette hypo-

(1) GILBERT, *Annalen der Physik*, t. XXX, p. 113.

(2) *Memoria sul'analysi dell'aria contenuta nelle vesica natatoria dei pesci*. Pavie, 1809.

(3) *Mém. de la société d'Arcueil*, t. II, p. 400. — HUMBOLDT, *Reise in die Æquinoctial-Gegenden*, t. I, p. 306.

(4) *Annale du Museum d'hist. nat.*, t. XIII, p. 460.

(5) *Ibid.*, t. XIV, p. 184, 245.

(6) *Hist. nat. des poissons*, t. I, p. 102.

(7) *Ueber die Schwimmblase der Fische*. Léipzick, 1795.

(8) *De respiratione animalium*. Wittemberg, 1808, p. 16.

(9) *Annalen der Wetterauer Gesellschaft fuer die gesammte Naturkunde*, t. III, p. 142. *Vermischte Schriften*, t. II, p. 156.

thèse, c'est que les poissons volans, comme les trigles, et, d'après les recherches de Humboldt, l'*exocœtus volitans*, sont munis de vessies natatoires fort amples. Delaroche a vu aussi cet organe très-grand dans la *scorpæna volitans,* tandis que les espèces du même genre qui ne volent pas (*scorpæna porcus, scrofa, dactyloptera,* etc.), en sont ordinairement dépourvues. On trouve également une vessie natatoire volumineuse chez les espèces du genre saumon, le xiphias, le brochet, le barsch, le hareng, le bichir, etc., qui se distinguent par la rapidité de leur natation, au lieu qu'il n'y en a point chez les poissons habitués à se tenir au fond des eaux ou dans la vase, et dont les mouvemens sont lents, comme les raies, les lophies, les lamproies, plusieurs blennies, les ténia, les écheneis, les cottes, les pleuronectes, etc. On est encore dans le doute de savoir si cette vessie doit être considérée simultanément comme organe servant d'une manière accessoire à la natation, et pouvant, par sa distension ou son refoulement, permettre aux poissons de s'élever ou de s'enfoncer dans l'eau, ainsi que le pensait Borelli (4). Comme plusieurs poissons qui en sont dépourvus, sont néanmoins bons nageurs, qu'en outre elle ne communique pas toujours avec le pharynx et l'estomac par le moyen d'un canal qui permette à l'air d'en sortir, et qu'enfin elle est quelquefois, chez le *cobitis fossilis* par exemple, renfermée dans une capsule osseuse, ce qui ne lui permet point par conséquent de se dilater ou de se rétrécir, cette opinion ne paraît point vraisemblable. On peut encore alléguer que les poissons dont on a crevé la vessie natatoire conservent la faculté de s'élever et de s'enfoncer dans

(1) *De motu animalium*, c. 23.

l'eau, ce dont Humboldt et Provençal se sont assurés dans leurs expériences.

Plusieurs poissons respirent aussi par le canal intestinal, au moyen de l'air qu'ils avalent. C'est ce que démontrent les belles expériences d'Erman (1) sur le *cobitis fossilis*. L'air sort par l'anus à l'état de gaz acide carbonique. L'anguille électrique vient aussi à la surface de l'eau, suivant les observations de Humboldt, pour y humer de l'air. Sylvestre (2) a fait voir également que les poissons renfermés dans des vases viennent prendre de l'air à la surface du liquide, quand celui qui était mêlé avec l'eau a été consommé par la respiration. Il résulte des expériences d'Edwards (3) que le besoin de respirer augmente lorsque la température devient plus élevée, ce qui fait que, pendant l'été, beaucoup de poissons bument encore de l'air par la bouche.

§ 131. Comme la plupart des poissons, indépendamment des branchies, ont encore des organes de respiration accessoires, de même chez quelques reptiles on trouve à la fois des poumons et des branchies. C'est ce qui a lieu, d'après les recherches de Schreiber (4), Cuvier (5), Configliachi et Rusconi (6), dans ces animaux remarquables, le protée et la sirène, qui tiennent le milieu entre les poissons et les reptiles, sous le rapport de la structure et des manifestations de la vie. Ils ont de véritables branchies pénicillées, qui sont attachées à des arcs branchiaux, comme celles des poissons, et aux-

(1) GILBERT, *Annalen der Physik*, t. III, 140.

(9) *Bull. de la soc. philomat.*, t. I, p. 17.

(3) *De l'influence des agens physiques sur la vie*. Paris, 1824, p. 118.

(4) *Philos. Transact.*, 1801, p. 255.

(5) *Recherches anatomiques sur les reptiles regardés encore comme douteux*. Paris, 1807, in-fol.

(6) *Del proteo anguino di Laurenti*. Pavie, 1819, in-4°.

quelles se rendent des branches de l'aorte. L'eau qui arrose ces organes entretient leur respiration dans les circonstances ordinaires de leur existence. Mais quand le besoin de la respiration s'accroît en eux, ils font entrer de l'air dans leurs poumons. Les têtards de grenouilles, de salamandres et de tritons, sont également pourvus de branchies, auxquelles se rendent aussi des branches de l'aorte, suivant les observations de Rusconi (1).

§ 232. Parmi les animaux qui respirent par des branchies se rangent encore les crustacés, ainsi que la plupart des mollusques et des annélides. Chez les premiers, les branchies, qui font la orme soit de pinceaux, soit de lamelles, se trouvent tantôt à l'extérieur du corps, comme dans les squilles et les branchiopodes, les *apus*, les *limulus*, etc., où elles sont fixées à la face inférieure de la queue, tantôt sous le bouclier dorsal, comme dans les décapodes, les écrevisses proprement dites et les crabes. Le sang veineux s'y rend par des vaisseaux qui naissent des troncs veineux du corps, après quoi il est versé dans le cœur. D'après les observations d'Audouin et de Milne-Edwards, ces branchies peuvent entretenir la respiration non seulement dans l'eau, mais encore dans l'air, aussi long-temps qu'elles ne sont pas desséchées par l'évaporation.

§ 233. Parmi les mollusques, les céphalopodes, les ptéropodes, les acéphales, les brachiopodes et un grand nombre de gastéropodes respirent par des branchies. Celles-ci présentent beaucoup de variété dans leur disposition. Les céphalopodes ont deux branchies rameuses, situées à l'intérieur du sac musculeux de leur corps.

(1) *Descrizione anatomica degli organi della circolazione della larva delle salamandre aquatiche*. Pavie, 1817, in-4°.

Dans les ptéropodes, les genres clio, pnemoderme, hyale, etc., offrent des branchies à la surface du corps, formant soit des membranes analogues à des nageoires, soit de petites lamelles. Les acéphales, comme les huîtres, les moules, les anodontes, les *cardium*, les *chama*, les *donax*, les tellines, les vénus, les myes, les anatines et les solénacées, ont de très-grandes branchies lamelleuses, situées dans l'intérieur de la coquille et du manteau, et parsemées d'une multitude de vaisseaux sanguins. Dans les brachiopodes, tels que les genres lingule, térébratule, orbicule, etc., les branchies consistent en des lamelles fixées à l'un des côtés du bord du manteau. Chez les gastéropodes qui respirent par des branchies, celles-ci sont tantôt en forme de pinceau, d'éventail ou de peigne, à la surface du corps, comme dans les genres *doris, tritonia, thetys, scyllœa, glaucus*, etc., tantôt en forme de lamelles et cachées sous les bords du manteau, comme dans les genres phyllidie, pleurobranche, aplysie, patelle et chiton, tantôt en forme de nombreuses lamelles tenant à une espèce de sac membraneux situé sous le dernier tour de la coquille, comme dans les genres *turbo*, *paludina, trochus*, *jantina, nerita, conus, cypraea*, *voluta,* etc., parmi les gastéropodes à coquilles. Chez plusieurs enfin, le bord du manteau se prolonge en un tube respiratoire, par lequel l'eau pénètre dans la cavité branchiale et en sort, disposition qui se remarque dans les genres *murex* et *strombus.*

Chez les mollusques, le sang veineux qui revient des diverses parties du corps est conduit aux branchies par la veine-cave, qui se divise à la manière les artères. Au sortir de ces organes, il passe par les veines branchiales dans le cœur, qui le distribue à tous les organes du

corps. Cependant, chez les céphalopodes, il existe deux ventricules musculeux au point de jonction des deux veines caves avec les artères branchiales.

§ 234. Ceux des annélides qui vivent dans l'eau respirent par des branchies dans lesquelles de nombreux vaisseaux sanguins se répandent en manière de réseaux. Ces branchies sont situées à l'extrémité antérieure ou tête, chez les vers tubicoles. Elles ont la forme de pinceau ou d'éventail, comme dans les serpules et les sabelles ; de peigne, comme dans les amphitrites ; ou enfin de petits arbres implantés sur le cou, comme dans les térébelles. Chez les annélides qui se meuvent librement dans l'eau, elles sont répandues sur le corps, dans le sens de sa longueur, et sous la forme tantôt de pinceau, comme dans les amphinomes et les arénicoles, tantôt de peigne, comme dans les eunices, ou bien elles sont situées sous des écailles, comme dans les aphrodites.

§ 235. Parmi les échinodermes, les holothuries respirent par un organe creux qui communique avec le cloaque, se partage, dans l'intérieur du corps et le long du canal intestinal, en branches, rameaux et ramuscules, et se termine par des vésicules arrondies, en cul-de-sac. Sur cet organe s'étalent les ramifications du système vasculaire sanguin. L'eau est alternativement absorbée et rejetée par le cloaque. Les astéries, les oursins et les actinies introduisent l'eau, par de petits tubes, dans leur corps, où elle baigne immédiatement les viscères. Il est possible que, chez plusieurs méduses (*physophora, rhizophysa, physalia, medusa*), les vésicules qu'on observe à côté de l'estomac, tiennent lieu d'organes respiratoires.

§ 236. La fonction que remplissent les organes respiratoires est accomplie, chez la plupart des animaux,

par des mouvemens qui renouvellent les milieux ambians, l'air ou l'eau, dans ces organes ou autour d'eux. Tous les animaux qui ont des poumons, les mammifères, les oiseaux et les reptiles, exécutent, dès qu'ils sortent de l'œuf et qu'ils entrent en contact avec l'air, des mouvemens en vertu desquels ce dernier entre dans leurs poumons et en sort à certains intervalles. Chez les mammifères, ces mouvemens sont le résultat des contractions du diaphragme et d'autres muscles qui s'attachent tant au larynx qu'aux côtes, lesquelles sont elles-mêmes mobiles sur la colonne vertébrale. Ils ont pour résultat d'agrandir et de rétrécir alternativement les voies respiratoires, et de renouveler l'air dans les poumons. La même chose arrive, chez les oiseaux, par le moyen des muscles du larynx et de la cavité pectorale. Les reptiles, au contraire, font entrer l'air dans le larynx par une sorte de déglutition, qu'accomplissent les muscles de la langue et de l'hyoïde. Les poissons hument l'eau par la bouche, et la poussent entre les lames de leurs branchies, d'où elle sort au-dessous de l'opercule ou par les trous branchiaux (1). L'impulsion qui met en jeu les muscles des organes de la respiration est produite automatiquement, chez tous les animaux, dans le système nerveux, ou, pour parler avec plus de précision, dans la moelle épinière, d'où naissent les nerfs qui répandent leurs ramifications dans ces muscles. Dans les circonstances ordinaires, comme par exemple pendant le sommeil, les mouvemens respiratoires sont involontaires. Cependant ils peuvent être activés et accélérés à la volonté de l'animal, toutes les fois que le besoin de respirer devient plus impérieux, comme lorsque la température de l'air ou de l'eau augmente, dans les violens

(1) Gouan, *Historia piscium*, p. 32.

mouvemens du corps, dans les vives excitations du système nerveux.

Chez les insectes, il s'opère des mouvemens dans les stigmates et les trachées, ainsi que le démontrent les observations faites par Comparetti (1), Vauquelin (2), Hausmann (3), Sorg (4) et G.-R. Treviranus (5). Chez les mollusques qui respirent par des poumons, l'air est renouvelé dans ces organes par la contraction et le relâchement alternatifs de muscles situés aux alentours du sac pulmonaire. Les céphalopodes aspirent et rejettent alternativement de l'eau par un tube. Les acéphales à coquille renouvellent ce liquide autour de leurs branchies en ouvrant et fermant leurs valves. Enfin on voit aussi les holothuries humer l'eau par leur cloaque et la rejeter alternativement.

§ 257. Cette dépendance de mouvemens dont l'excitation dans le système nerveux a lieu d'une manière automatique ou volontaire, établit une différence entre la respiration des animaux et celle des végétaux, qui s'exécute sans muscles et sans influence nerveuse.

On remarque, en outre, chez tous les animaux, une tendance à se maintenir, par leur propre activité, dans les milieux où leur respiration peut continuer à s'accomplir. S'ils arrivent dans un milieu incapable d'entretenir cette fonction en eux, ils ont recours à des mouvemens empressés pour s'y soustraire. La respiration est donc, comme la susception des alimens, sous l'em-

(1) Dumeril, *Sur le mécanisme de la respiration des poissons*; dans *Mém. de zoologie et d'anatomie comparée*. Paris, 1807, p. 17.

(2) *De aure internâ*, p. 290.

(3) *Annales de chimie*, t. XII, p. 273.

(4) *De animalium exsanguium respiratione*. Hanovre, 1803, p. 8.

(5) *Disquisitio physiolog. circa respirationem insectorum et vermium*. Rudolstadt, 1803, p. 27, 46, 66.

(6) *Biologie*, t. IV, p. 160.

pire d'un penchant qui a la conservation du corps pour but, et qui dépend du système nerveux. Il n'y a point de pareilles manifestations d'activité dans les plantes.

§ 238. Quant aux changemens qui s'opèrent dans les milieux en contact avec les organes respiratoires, il est prouvé, par des expériences chimiques nombreuses, que certains principes constituans de ces milieux se combinent avec les humeurs des animaux, qui leur en abandonnent d'autres en échange. Déjà Mayow avait reconnu que la respiration des animaux imprime à l'air des changemens semblables à ceux qui sont produits par la flamme d'un corps en combustion. Priestley, Scheele et Lavoisier ont prouvé depuis que l'air atmosphérique est composé de deux fluides élastiques, dont l'un, l'oxigène, peut entretenir la vie des animaux et la flamme, tandis que la flamme et la vie s'éteignent dans l'autre, qui est l'azote. Ils ont démontré aussi que, dans la respiration comme dans la combustion, de l'oxigène disparaît et de l'acide carbonique est produit. Enfin les recherches les plus récentes des chimistes ont établi que l'air atmosphérique résulte d'un mélange de vingt-un centièmes de gaz oxigène et soixante-dix-neuf de gaz azote, qu'en outre il contient presque toujours une petite quantité, mais variable, de gaz acide carbonique. L'air que les mouvemens respiratoires font pénétrer dans les poumons et les trachées, y éprouve les mêmes changemens chez tous les animaux, c'est-à-dire que sa proportion d'oxigène diminue, tandis que du gaz acide carbonique et des vapeurs aqueuses sont rejetés. C'est ce qui a été démontré, pour les mammifères et les oiseaux, par les premières expériences de Lavoisier (1)

(1) *Expériences sur la respiration des animaux et sur les changemens qui arrivent à l'air en passant par leur poumon*; dans *Mém. de l'Ac. des sc.*, 1777, p. 185, 1780, p. 402.

ainsi que par celles de Seguin (1), et par les recherches chimiques de Menzies (2), Spallanzani (3), H. Davy (4), et Berthollet (5). Spallanzani (6), Sylvestre (7), Carradori (8), Humboldt (9) et autres sont arrivés aux mêmes résultats dans leurs expériences sur la respiration des reptiles.

Enfin l'air subit un changement semblable dans les poumons des limaces et des limaçons, d'après les expériences faites par Spallanzani (10), Vauquelin (11), Hausmann (12) et Sorg (13), ainsi que dans les trachées des insectes, suivant les observations de Scheele (14) et des physiciens qui viennent d'être cités.

§ 239. La respiration des animaux qui vivent dans l'eau et qui ont des branchies, a lieu par le moyen de l'air mêlé avec l'eau. L'eau exposée à l'air contient les élémens de ce dernier, l'oxigène et l'azote, ainsi qu'un peu de gaz acide carbonique, qu'elle en attire. Cepen-

(1) *Ibid.*, 1789, p. 372.

(2) *Diss. de respiratione.* Edimbourg, 1790.

(3) Senebier, *Rapports de l'air avec les êtres organisés, tirés de journaux d'observations et d'expériences de* Spallanzani. Genève; t. II, p. 3, 133.

(4) *Researches chemical and philosophical chiefly concerning nitrous oxide and its respiration.* Londres, 1800.

(5) *Mém. de la soc. d'Arcueil,* t. II, p. 434.

(6) *Loc. cit.*, t. I, p. 278. Il a fait des expériences sur des grenouilles, des salamandres, des tortues, des lézards et des serpens.

(7) *Bulletin de la soc. philom.*, t. I, p. 17.

(8) *Esperienze e osservazioni sulla respirazione delle rane e dei girini;* dans Brugnatelli, *Annali di chemica,* t. XII, p. 112.

(9) *Annales du Muséum,* t. II, p. 303. Expériences sur un jeune crocodile.

(10) *Mém. sur la respiration.* Genève, 1803, p. 191.

(11) *Observations chimiques et physiologiques sur la respiration des insectes et des vers;* dans *Annales de chimie*, t. XII, p. 273.

(12) *De animalium exsanguium respiratione.* Hanovre, 1803.

(13) *Disquisitiones physiologicæ circa respirationem insectorum et vermium.* Rudolstadt, 1805.

(14) *Abhandlung von der Luft und dem Feuer,* p. 118.

dant l'air combiné avec elle est plus riche en oxigène que celui de l'atmosphère, d'après les recherches de Humboldt et de Gay-Lussac (1), puisqu'il en contient trente-deux centièmes, tandis qu'on n'en trouve que vingt-un dans l'autre.

La respiration des animaux aquatiques fait éprouver à l'air mêlé avec l'eau les mêmes changemens que subit celui qui s'introduit dans les poumons et les trachées; du gaz oxigène est absorbé, et de l'acide carbonique expulsé. Priestley (2), Spallanzani (3), H. Davy (4), Sylvestre, Carradori (5), Humboldt et Provençal (6) l'ont démontré pour les poissons; Spallanzani, Hausmann et Sorg pour les crustacés, les mollusques bivalves et les annélides. Il est faux que l'eau elle-même se décompose dans la respiration de ces animaux, comme l'admettait Darwin.

§ 240. L'autre partie constituante de l'air, l'azote, éprouve-t-elle des changemens dans la respiration? est-elle absorbée, comme Priestley le concluait de ses expériences, et comme l'ont remarqué H. Davy, Spallanzani, Henderson, Humboldt, Provençal? ou bien est-elle rejetée, comme Berthollet, Nysten, Despretz et Dulong croient l'avoir observé? ou enfin est-elle, ainsi que le pense Edwards, tantôt absorbée et tantôt rejetée, selon les circonstances? Ce sont là des questions encore en litige, sur lesquelles je reviendrai quand je traiterai de la respiration chez l'homme.

§ 241. Chez la plupart des animaux, sinon même

(1) *Journal de physique*, t. LX, p. 129.

(2) *Experiments on air*, t. III, p. 312.

(3 *Loc. cit.*, t. I, p. 132. *Mém. sur la respiration*. Genève, 1803, p. 161.

(4) *On heat and light*; dans *Contributions to physical and medical knowledge collected by Beddoes*. Bristol, 1799, p. 1.

(5) Brugnatelli, *Annali di chemica*, t. V, p. 53.

(6) *Mém. de la société d'Arcueil*, t. II, p. 98, 359.

chez tous, la peau fait en même temps les fonctions d'un organe respiratoire. L'air qui entre en contact avec les tégumens communs, soit seul, soit mêlé avec de l'eau, subit les mêmes altérations que celui qui pénètre dans les organes de la respiration; son oxigène disparaît, et de l'acide carbonique est rejeté en place. C'est ce que l'on remarque principalement chez les reptiles batraciens à peau nue, les grenouilles, crapauds, salamandres et tritons. A une basse température, à dix degrés du thermomètre centigrade, ces animaux restent des semaines entières et des mois dans l'eau, sans respirer par les poumons; ils y respirent par leur peau nue et abondamment pourvue de vaisseaux, surtout en automne et en hiver. C'est seulement lorsque la température s'élève à dix degrés au-dessus de zéro, qu'ils respirent aussi par les poumons. La respiration cutanée est même, chez ces animaux, plus importante que la pulmonaire, pour la conservation de la vie, car ils vivent plus long-temps lorsque celle-ci est interrompue, pourvu que l'air soit respirable, que quand l'autre s'arrête, quoique dans ce dernier cas les poumons continuent à agir. Les expériences de Spallanzani en fournissent la preuve (1). Des grenouilles auxquelles on avait excisé les poumons, vécurent plus long-temps que celles dont on avait frotté la peau avec de l'huile, ou qu'on avait plongées dans une atmosphère de gaz irrespirables. Edwards a obtenu les mêmes résultats (2) d'expériences analogues. Des grenouilles et des salamandres, dont la trachée-artère avait été liée, ou la tête enveloppée d'une vessie, ou même auxquelles on avait enlevé les poumons, vécurent long-temps encore,

(1) *Mém. sur la respiration.* Genève, 1803, p. 72, 115.
(2) *Influence des agens physiques sur la vie*, p. 10.

surtout à une basse température. Chez les reinettes, la seule respiration pulmonaire ne suffit pas au maintien de la vie.

La respiration par la peau a lieu également chez les sauriens, les ophidiens et les chéloniens, d'après les expériences de Spallanzani et d'Edwards, et concourt avec celle par les poumons à la conservation de leur vie. Chez les ophidiens et les chéloniens, la respiration par les poumons suffit pendant l'été, quand la température n'est pas trop élevée ; mais les sauriens ont besoin de respirer aussi par la peau, et ils périssent en été, dans l'espace de quelques heures, lorsqu'ils sont réduits à la seule respiration pulmonaire.

Les poissons respirent également par la peau, d'après les expériences de Humboldt et Provençal (1). L'air mêlé avec l'eau contenue dans des vaisseaux où ces expérimentateurs avaient plongé la partie postérieure du corps de plusieurs tanches, subit les mêmes changemens que si les poissons l'eussent respiré par leurs branchies. Cependant l'air n'est pas altéré d'une manière aussi prompte par la peau que par la respiration au moyen des branchies (2).

Chez les oiseaux et les mammifères eux-mêmes, l'air mis en contact avec la peau subit des changemens semblables à ceux qu'il éprouve dans les poumons, moins prononcés seulement. Spallanzani (5) renferma des animaux appartenant à ces classes dans des vases hors desquels leurs têtes faisaient saillie, et au bout de quelque temps il reconnut que du gaz oxigène avait été consommé, et du gaz acide carbonique produit.

§ 242. Des détails dans lesquels je viens d'entrer sur

(1) *Ibid.*, p. 227.

(2) *Mém. de la soc. d'Arcueil*, t. II, p. 593.

(3) *Loc. cit.*, p. 116.

la respiration des animaux et des végétaux, il découle, pour résultat principal, que ces corps occasionnent des changemens opposés dans l'air atmosphérique. L'acide carbonique que produit la respiration des animaux est décomposé, sous l'influence de la lumière, par les plantes, qui s'emparent du carbone et exhalent l'oxigène. Celui-ci au contraire est absorbé par les animaux, qui rejettent de l'acide carbonique. Ainsi la respiration des végétaux s'accompagne d'une désacidification, et celle des animaux d'une décarbonisation.

§ 243. La consommation d'oxigène que les animaux font dans un temps donné, est d'autant plus abondante et rapide, et la production d'acide carbonique par eux d'autant plus considérable, que leur organisation est plus compliquée, leurs manifestations d'activité plus variées et plus intenses, et le renouvellement de matière qu'entraîne l'exercice de la vie plus rapide. Les mammifères et les oiseaux consomment plus d'oxigène et produisent plus d'acide carbonique que les reptiles et les poissons.

Parmi les animaux sans vertèbres, les insectes, qui respirent l'air et qui sont doués d'une grande vivacité de mouvemens, se distinguent des crustacés, des mollusques et des vers, qui respirent l'eau et qui ont les mouvemens moins vifs, par une consommation plus rapide d'oxigène et une production plus abondante d'acide carbonique. Le degré de sensibilité et d'irritabilité des animaux, la vigueur et la persévérance dans les mouvemens, l'énergie de l'acte digestif, la vélocité de la circulation du sang, la vivacité de la nutrition et de la sécrétion, sont généralement en raison directe de la quantité d'oxigène que les animaux consomment par la respiration, et de celle d'acide carbonique qu'ils exhalent.

§ 244. A l'égard des changemens que la respiration produit dans la masse des humeurs des animaux, ils ne sont connus que chez un petit nombre de ces derniers, et seulement chez ceux qui ont du sang rouge, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons.

Lower, Needham, Thruston et Mayow ont vu, chez des mammifères et des oiseaux, le sang noir porté du cœur aux poumons par l'artère pulmonaire, revenir rouge et vermeil à cet organe par les veines pulmonaires. Goodwyn a observé le même phénomène sur le sang des reptiles, dans son trajet à travers les poumons. Ce changement de couleur a été suffisamment démontré aussi par les expériences de Duverney, J. Hunter, Hewson, Bichat, etc. Il a été démontré également que le chyle qui se mêle au sang veineux revient des poumons converti en véritable sang. On a donc admis d'après cela que les poumons sont les organes de l'hématose.

Cigna, Priestley, Goodwyn, etc., ont fait voir que ce changement dans la couleur du sang est produit par l'air inspiré, et spécialement par l'oxigène qu'il contient. Ces physiciens virent le sang noir reçu dans des vases pleins d'air atmosphérique ou d'oxigène, se colorer en rouge vermeil, et ils ont reconnu que de l'oxigène se combinait avec lui. Ils ont également démontré que le sang veineux ne subit point ce changement de couleur dans les gaz irrespirables, comme l'acide carbonique, l'hydrogène et l'azote, et que, bien loin de là, le sang vermeil devient noir quand on le plonge dans ces gaz. Des expériences nombreuses ont appris, en outre, que la couleur vermeille du sang qui circule dans les poumons est, chez les animaux, en raison directe de la quantité d'oxigène qu'ils consomment par leur respiration. Les mammifères et les oiseaux, qui sont ceux dont la consommation s'élève le plus haut

dans un laps de temps donné, sont aussi ceux qui ont le sang le plus vermeil, tandis que les reptiles et les poissons, qui n'absorbent point autant d'oxigène, ont un sang moins rouge. Si l'on fait respirer de l'acide carbonique, de l'hydrogène ou de l'oxigène, à des animaux, leur sang devient noir. C'est donc de l'intussusception de l'oxigène atmosphérique, et de son action sur le sang, que dépend la couleur vermeille qu'il a chez ces animaux.

Le sang veineux qui coule dans les vaisseaux du poumon, perd de l'acide carbonique et de l'eau, qui se dégagent sous la forme de vapeur, constituant la matière de l'exhalation pulmonaire, et il revient au cœur plus coagulable, plus chargé de fibrine. En même temps il contient davantage de globules ou d'élémens de la forme organique. La coagulabilité et la quantité des globules existans dans le sang artériel sont en rapport, chez les animaux, avec la quantité d'oxigène dont ils s'emparent pendant la respiration, et avec celle d'acide carbonique et d'eau qu'ils rejettent. Le sang des mammifères et des oiseaux est plus riche en principes coagulables que celui des reptiles et des poissons.

Les physiologistes et les chimistes sont encore partagés sur la question de savoir si l'acide carbonique, dégagé dans la respiration, est produit par une sorte de combustion du carbone du sang veineux et du chyle, sous l'influence de l'oxigène inspiré, ou si l'on ne doit pas plutôt admettre qu'il existe déjà tout formé dans ces deux liquides, dont il ne ferait alors que se séparer. Nous reviendrons sur ce problème, quand il s'agira de la respiration chez l'homme.

Tels sont, quant aux circonstances essentielles, les changemens que la respiration produit dans le sang des animaux vertébrés, autant que nous avons appris jus-

qu'à présent à les connaître par la voie des expériences. Il n'a point encore été fait de recherches sur ceux que cette fonction détermine dans les humeurs des animaux sans vertèbres.

§ 245. Une dernière question se présente enfin à résoudre. Le chyle, c'est-à-dire, le liquide tiré des alimens, dans l'appareil digestif, au moyen de sucs dissolvans et azotés, mêlés avec ces derniers, se change-t-il en sang artériel par l'effet de la respiration? Il me semble que la solution la moins forcée de ce problème est celle de Hallé, Thomson et Cuvier, qui pensent que la proportion de l'azote aux autres principes augmente dans le sang par la soustraction d'eau et d'acide carbonique au chyle et au sang veineux, et que c'est là précisément ce qui amène les substances alimentaires aux conditions de la composition chimique animale. A l'appui de cette théorie on peut alléguer que le rejet d'acide carbonique est abondant surtout pendant la digestion et l'épanchement du chyle dans le sang, et que deux matières organiques dans la composition desquelles il entre beaucoup d'azote, l'albumine et la fibrine, font essentiellement partie du sang. La respiration aurait donc, en dernière analyse, ce résultat important pour la conservation de la vie, d'assimiler complètement le chyle, et de le convertir en sang artériel, effets dépendans d'une absorption d'oxigène et d'un rejet de carbone et d'hydrogène hors de la composition, très-variable en elle-même, des composés organiques qui constituent les alimens. Peut-être même, en certaines circonstances, les animaux puisent-ils dans l'air qu'ils respirent de l'azote qui se combine avec les matériaux du chyle, comme plusieurs chimistes croient l'avoir remarqué dans leurs expériences sur la respiration. C'est par le changement opéré dans les proportions respectives des élémens, et

l'augmentation de l'azote relativement aux autres, que les combinaisons organiques d'espèce simple, notamment les ternaires, paraissent se convertir en d'autres plus composées, animales ou quaternaires. Il semble en outre que l'acide carbonique produit par le changement de composition survenu dans les parties solides, à la suite de leurs manifestations d'activité, soit enlevé par les veines, et séparé du sang veineux dans les organes respiratoires.

§ 246. Le sang artériel, préparé par la respiration, avec les alimens dissous, parvient dans les artères du corps, dont les nombreuses ramifications le distribuent aux diverses parties de ce corps, à la nutrition desquelles il est employé. Ces parties se conservent en attirant les uns ou les autres de ses matériaux dans la sphère de leur forme, de leur composition et de leurs qualités vitales particulières, ce qui les met à portée d'accomplir leurs manifestations de force. Les actes de la nutrition, de la formation, de la sécrétion et de la génération, comme aussi les manifestations de la force musculaire et de la force nerveuse, sont par conséquent sous la dépendance de la respiration et de la préparation du sang artériel. Tous ces phénomènes vitaux s'éteignent aussitôt que ceux de la respiration sont tout-à-fait arrêtés.

§ 247. Ainsi on observe chez tous les corps vivans les phénomènes de la respiration, consistant en un échange de matières entre les milieux au sein desquels ils vivent et leurs humeurs non encore complètement assimilées. Le but de cette fonction est de préparer le liquide nourricier ou formateur dans lequel toutes les parties trouvent les matériaux nécessaires pour se maintenir pendant un certain laps de temps en jouissance de leurs qualités vitales. Il n'est pas besoin d'admettre une force particulière pour l'expliquer, car il est dans

la nature du suc nourricier grossier, préparé avec les alimens par l'addition de liquides assimilateurs, d'éprouver, en certaines circonstances, des changemens dans sa composition et dans le mode de combinaison des élémens dont les matières organiques sont composées. Ces circonstances coopérantes sont, dans la respiration des plantes, extérieures, savoir la chaleur et la lumière, sous l'influence desquelles le suc nourricier et l'acide carbonique puisés au dehors, subissent un changement tel, que, par l'exhalation de l'eau et du principe comburant, l'oxigène, et par l'inhalation du carbone, il se forme des combinaisons combustibles ternaires, qui sont aptes à entrer dans la composition des parties solides des végétaux. Chez les animaux, au contraire, de l'oxigène est absorbé, qui se combine avec le chyle, et il s'exhale de l'eau et de l'acide carbonique, ce qui décarbonise la masse des humeurs, et y accumule l'azote : de là résulte la production de combinaisons quaternaires, ou organiques animales, l'albumine et la fibrine, qui sont susceptibles d'être appliquées à la nutrition des parties solides.

Chez les animaux, les actes de la respiration, qui sont nécessaires pour la conservation de la vie, dépendent en même temps de deux forces appartenant à ces êtres, la force musculaire et la force nerveuse, et cela parce que, chez la plupart des animaux, le renouvellement des milieux respiratoires dans les organes de la respiration, est accompli par des mouvemens de muscles, à l'excitation desquels préside une impulsion qui s'engendre dans le système nerveux. En outre, les nombreux nerfs qui pénètrent dans les organes respiratoires et qui entourent les artères, exercent aussi sur le sang veineux une influence dont le résultat est de favoriser les changemens dans sa composition qu'il doit éprouver de la

part de la respiration. Peut-être cette influence ressemble-t-elle à l'action de la lumière dans la respiration des plantes. Nous reviendrons sur ce sujet en traitant de la respiration chez l'homme.

CHAPITRE VI.

Du mouvement du suc nourricier.

§ 248. Le suc nourricier ou formateur préparé avec les alimens est conduit dans toutes les parties des plantes et des animaux, pour y être employé à leur nutrition. Nous allons examiner les mouvemens qu'il exécute. Il me paraît à propos de les étudier dans les animaux, où ils sont bien connus, avant de dire ce qu'ils sont chez les végétaux, où on les connaît moins.

I. Mouvement du suc nourricier dans les animaux.

§ 249. La plupart des animaux, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les mollusques, les crustacés, les arachnides, les insectes même d'après les observations récentes de Carus, les annélides, et, parmi les radiaires, les holothuries, les oursins et les astéries, renferment des espaces particuliers, dans lesquels le sang se meut en cercle. Les animaux inférieurs, au contraire, n'ont point de vaisseaux pour la circulation du sang. Chez les méduses, les lucernaires, etc., il n'existe que des appendices rameux de la cavité digestive, qui se distribuent dans le corps, et qui, après avoir reçu le sang, le conduisent aux parties. Il y a également, chez

quelques entozoaires, d'après les recherches de Rudolphi, des canaux déliés qui partent du tube intestinal. Bojanus a vu, dans l'ascaride lombricoïde (1), deux vaisseaux marchant longitudinalement sur les côtés du corps, qui paraissaient s'unir ensemble à l'extrémité céphalique. Peut-être sont-ce là les premiers rudimens du système vasculaire pour la circulation du suc. Cependant, le plus grand nombre des vers intestinaux, comme aussi les actinies et les polypes, manquent même tout-à-fait d'appendices rameux et vasculiformes qui éconduisent le suc nourricier de la cavité digestive : ce suc paraît donc être immédiatement absorbé par les parois du sac alimentaire et épanché dans la substance homogène de leur corps.

§ 250. On appelle système vasculaire sanguin les espaces dans lesquels le sang se meut circulairement. Ce système est composé de canaux ramifiés dans l'intérieur du corps et toujours remplis de sang (§ 115). Ses troncs communiquent librement ensemble, de manière que le sang peut s'épancher de l'un dans l'autre, ou bien leur communication a lieu par l'intermède d'un muscle creux, le cœur, dont la cavité alternativement reçoit du sang de l'un et chasse ce liquide dans l'autre. Dans une classe de vaisseaux, les artères (§ 116), le sang se meut des troncs vers la périphérie et les organes, en traversant les branches, rameaux et ramuscules : dans une autre, les veines (§ 117), il revient de la périphérie et des organes aux troncs, en passant par les ramuscules, rameaux et branches. Ces deux classes de vaisseaux communiquent ensemble à leurs dernières ramifications, les capillaires, de manière que le sang peut s'épancher des artères dans les veines.

(2) *Isis.*, 1818, cah. 8, p. 1431.

§ 251. Chez le plus grand nombre des animaux, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les mollusques et les crustacés, la communication entre les troncs veineux et artériels a lieu, en totalité ou en partie, par un cœur, et même, chez quelques animaux, par deux ou trois cœurs. Les parois d'un cœur sont composées de faisceaux charnus, denses, qui s'étendent en sens très-différens, sont entrelacés ensemble de la manière la plus intime, et forment généralement plusieurs couches superposées. A l'extérieur, cet organe est entouré d'une membrane séreuse fermée de toutes parts, en manière de sac, qu'on appelle péricarde, et qui favorise ses mouvemens, par le liquide qu'elle sécrète. La cavité du cœur est tapissée par la membrane interne, lisse, du système vasculaire sanguin, qui se répand des troncs veineux sur ses parois, auxquelles elle est unie par du tissu cellulaire, et qui se prolonge ensuite dans les troncs artériels. Cette membrane produit, aux orifices des troncs vasculaires, des plis diversement configurés, souvent fixés à des faisceaux musculeux saillans, qu'on nomme valvules du cœur, et qui déterminent la direction suivant laquelle se meut le sang chassé par le resserrement des parois contractiles du cœur. Les parois elles-mêmes de ce muscle reçoivent des ramifications de l'aorte, qui leur apportent le sang nécessaire à leur nutrition. Des nerfs nombreux et fort déliés, qui se répandent aussi dans la substance musculeuse du cœur, semblent présider à sa nutrition, et par elle à son impressionnabilité pour la stimulation que produit le sang, ainsi qu'à sa faculté contractile.

§ 252. La présence d'un ou plusieurs cœurs, leur situation et leur composition, la disposition de leurs valvules, et leur mode d'union avec les troncs vasculaires, sont autant de circonstances qui varient beaucoup chez les ani-

maux, et qui se rattachent par d'intimes connexions aux combinaisons diverses de leur structure, de leur séjour, du mode de respiration, de l'intensité des phénomènes de la vie, et de leur dépendance des actes de la nutrition, eux-mêmes placés sous l'influence de la circulation du sang. Nous allons indiquer en peu de mots la composition du cœur dans les différens groupes d'animaux.

Tantôt un cœur ne contient qu'une seule cavité, et tantôt il en renferme deux, trois ou quatre. Quand il n'y en a qu'une, en se dilatant elle reçoit le sang des troncs veineux, et en se contractant elle le chasse dans les troncs artériels. Le reflux du sang du cœur dans les veines, quand il se contracte, ou des artères dans le cœur, lorsque celui-ci se dilate, est empêché par des valvules. Cette forme, la plus simple de toutes, existe chez les crustacés, où le cœur est placé entre les veines branchiales et les artères du corps. Les céphalopodes ont trois de ces cœurs, deux entre les veines du corps et les artères branchiales, le troisième entre les veines branchiales et l'aorte.

Lorsqu'il y a deux cavités dans le cœur, l'une d'elles reçoit le sang des troncs veineux, en se dilatant, et le chasse, en se contractant, dans la seconde, qui le fait passer de même dans le tronc artériel. Son retour de la seconde dans la première est prévenu par des valvules situées au point de jonction. Cette première cavité a toujours des parois minces, et on lui donne le nom d'oreillette (*sinus, atrium*). L'autre, au contraire, est, pourvue de parois plus épaisses et plus denses ; on la nomme ventricule (*ventriculus*). Les contractions et les expansions de ces deux cavités ne se font jamais d'une manière simultanée, mais alternativement. Un cœur ainsi conformé est dit simple. Tantôt on en trouve un

semblable entre les troncs veineux des organes respiratoires et les artères du corps, comme dans la plupart des mollusques, et il préside au mouvement du sang dans le corps ; c'est ce qu'on appelle cœur aortique. Tantôt il y en a un entre les troncs des veines du corps et le tronc artériel des organes respiratoires, dans l'intérieur desquels il détermine le cours du sang, ainsi qu'on le voit chez les poissons ; c'est ce qu'on nomme cœur respiratoire. Il y a aussi un cœur simple entre les troncs veineux du corps et les organes de la respiration, et entre les artères de ceux-ci et celles du corps, pour régler la circulation du sang dans le corps et les organes respiratoires, disposition qui se rencontre chez les reptiles batraciens. Dans les autres reptiles, les chéloniens, les sauriens et les ophidiens, le cœur a deux oreillettes, dont l'une reçoit le sang des veines du corps, et l'autre celui des veines pulmonaires. Ces deux oreillettes versent le liquide, par deux ouvertures, dans un ventricule unique, qui souvent est partagé, par un commencement de cloison, en plusieurs compartimens imparfaitement délimités, d'où naissent les troncs artériels des poumons et du corps, qui reçoivent le sang au moment de la contraction du ventricule. C'est là le cœur demi-double. Enfin le cœur présente deux oreillettes et deux ventricules, dont une oreillette et un ventricule communiquent ensemble par une ouverture, pendant qu'une cloison complète les sépare des deux cavités correspondantes du côté opposé. C'est là le cœur véritablement double, qui existe dans les oiseaux et les mammifères. La moitié droite de l'organe reçoit le sang veineux qui revient du corps, mêlé avec la lymphe et le sang, et le chasse dans l'artère pulmonaire ; la gauche, au contraire, reçoit celui qui revient des veines pulmonaires, et l'envoie dans l'aorte.

§ 253. Le liquide contenu dans le système vasculaire, ou le sang, a une pesanteur spécifique plus considérable que celle de l'eau. Il est un peu visqueux, répand une odeur particulière, a presque toujours une saveur un peu salée, et présente une couleur différente suivant les animaux. Celui des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons et des annélides, est rouge. Dans les mollusques, il est blanc ou tirant sur le bleuâtre. Chez les crustacés et les insectes, il est limpide et clair comme de l'eau. Le sang des holothuries, des astéries et des oursins, est jaunâtre ou orangé.

§ 254. Quand on examine au microscope du sang qui vient de sortir des vaisseaux, ou qui est encore contenu dans ceux de parties transparentes, on aperçoit un liquide renfermant des corpuscules colorés, qu'on appelle globules du sang. Ces petits corps, dont la découverte est due à Leeuwenhoek et à Malpighi, ont été observés dans le sang des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des poissons, par Baker, Haller, Della Torre, Hewson, Fontana, Spallanzani, etc., et tout récemment par Villar, Home et Baur, Dœllinger, Prevost et Dumas, Dutrochet et autres. Lister, Baker, Prevost et Dumas, Milne-Edwards et Carus, en ont vu dans le sang des mollusques; Leeuwenhoek, dans celui des squilles; Carus, dans celui de l'écrevisse commune; Lyonnet, dans le liquide du vaisseau dorsal des chenilles; Gruithuisen, dans les nervures de la sauterelle verte, et Carus dans les vaisseaux des larves de libellule. Les globules paraissent donc exister dans le sang de tous les animaux.

Leur grosseur et leur forme présentent des différences chez les animaux. Dans le sang des reptiles et des poissons, ils ont un volume supérieur à celui qu'ils présentent dans les oiseaux et les mammifères. Chez ces derniers, ils ont une forme arrondie, et sont un peu

aplatis. Ils paraissent ovalaires dans le sang des reptiles et des poissons. Ils sont ronds, suivant Carus, Prevost et Dumas, dans la limace et dans l'écrevisse ordinaire. Ils ont une figure ovalaire dans les larves de libellule.

Leur quantité varie également. Le sang des oiseaux et des mammifères est celui qui en contient le plus; ils sont moins nombreux dans celui des reptiles et des poissons; le sang des mollusques en contient moins aussi que celui des animaux vertébrés. Leur nombre est plus considérable dans le sang des animaux bien nourris que dans celui des animaux épuisés par la faim. Ceux des animaux à sang rouge sont composés d'un noyau incolore et d'une couche corticale colorée, qui se détache pendant la coagulation du sang. Cette couche corticale paraît ne point exister dans les globules du sang des animaux sans vertèbres.

Les globules du sang proviennent sans doute des matières organiques des alimens dissoutes par la digestion, et qui possèdent la propriété de prendre en certaines circonstance une figure globuleuse. On en trouve déjà dans le chyle, mais ils y sont privés d'écorce colorée. Cette croûte ne paraît se former que dans les vaisseaux des organes respiratoires.

§ 255. Le sang qui coule hors des vaisseaux se coagule; les globules, qui étaient isolés les uns des autres pendant la vie, se réunissent en une seule masse, et se séparent de la partie aqueuse. La portion coagulée du sang, qui est plus pesante, et qui se précipite au fond, porte le nom de caillot (*crassamentum sanguinis*), tandis que la partie aqueuse, qui surnage, reçoit celui de sérum. La proportion respective de ces deux parties varie chez les animaux. Le sang des mammifères et des oiseaux contient plus de parties coagulables que celui des reptiles et des poissons. Il paraît y en avoir moins aussi dans le

sang des animaux sans vertèbres que dans celui des poissons et des reptiles. Le sérum est composé d'une dissolution d'albumine, d'un peu de graisse, de matière salivaire et de différens sels. Le caillot, au contraire, l'est de fibrine, et, chez les animaux à sang rouge, d'une matière colorante particulière, le cruor, qui contient un peu de fer.

§ 256. Le sang des animaux vertébrés offre, dans les diverses sections du système vasculaire, des différences qui sont plus prononcées chez les mammifères et les oiseaux que chez les reptiles et les poissons. Le sang contenu dans les veines du corps, de toutes les parties duquel il revient, et qui coule dans le cœur respiratoire, mêlé avec de la lymphe et du chyle, a une couleur rouge tirant sur le noir, contient beaucoup d'eau, mais peu de parties coagulables, et porte le nom de sang veineux. Celui qu'on trouve dans les troncs artériels des organes respiratoires est de même nature. Celui qui revient des organes respiratoires par les veines, se distingue, ainsi que celui du cœur aortique et des artères du corps, par une teinte rouge vermeille. Il est très-riche en globules, et contient moins d'eau. Ce sang, préparé par l'acte de la respiration, et qu'on appelle artériel, est un liquide absolument nécessaire pour l'entretien de la vie. Il contient les matières destinées à la nutrition des parties solides, qui les reçoivent par les artéréoles disséminées dans leur tissu, les attirent dans l'acte de la nutrition, et se combinent avec elles. Par la nutrition toutes les parties d'un corps animal sont entretenues dans l'état de composition chimique et d'organisation qui leur appartient en propre, et dans les conditions qui les rendent aptes à exercer leurs différentes manifestations de force ou d'activité. Le sang artériel fournit, en outre, à la sécrétion de nombreux

liquides, dont les uns sont essentiels à la conservation de la vie, soit qu'ils s'épanchent dans le sac alimentaire, où ils opèrent la dissolution et l'assimilation des alimens, soit qu'ils humectent la face interne des membranes séreuses et synoviales, et facilitent l'exercice des mouvemens automatiques ou volontaires, tandis que les autres sont destinés à la production de nouveaux êtres.

Le sang est le liquide dans lequel se rendent toutes les matières venant du dehors et entrant dans la composition des parties solides, et auquel retournent tous les matériaux des organes qui repassent à l'état fluide par les manifestations d'action de ces mêmes organes, et qui sont pris par l'absorption. De lui se séparent les différentes matières excrémentitielles, dont l'élimination a pour but le maintien de la composition chimique qui lui est propre. Quelques-unes de ces excrétions, comme celles des organes respiratoires et la bile émanent du sang veineux, tandis que d'autres, par exemple l'urine et les matières exhalées par la peau, sortent du sang artériel.

§ 257. Le sang, comme source de tous les actes de nutrition, de formation et de sécrétion, est en réciprocité d'action avec toutes les parties du corps. Il entretient les changemens de composition qui accompagnent les manifestations de la vie des organes, et il est la condition indispensable de l'existence des animaux. Sa soustraction ou la destruction de ses propriétés par diverses influences extérieures ou substances vénéneuses, entraîne la perte de la vie. Nécessaire à l'accomplissement et à l'exercice de toutes les opérations animales et de toutes les manifestations d'activité des animaux, de la digestion, de l'absorption, de la respiration, de la nutrition, des sécrétions, des mouvemens, des actions nerveuses et de la génération, le sang est assujetti à des

changemens continuels. Sa quantité, sa composition et ses qualités sont modifiées par les actes de la nutrition et de la sécrétion. Ce qu'il perd en quantité, il le recouvre par la susception et l'assimilation des alimens. Les changemens qu'il éprouve dans sa composition, sont réparés par la respiration et par le rejet des matières excrémentitielles. C'est ainsi que, continuellement variable sous tous les rapports, il est la source de tous les changemens de composition qui accompagnent l'exercice de la vie des animaux, et la condition indispensable du maintien de leur existence.

§ 258. Le sang est agité d'un mouvement continuel pendant la vie. Il coule du cœur par les troncs, les branches, les rameaux et les ramifications des artères, arrive ainsi aux organes, revient de ceux-ci dans les cavités du cœur, par les racines, les rameaux, les branches et les troncs des veines, puis repasse de nouveau dans les artères. On appelle circulation ce mouvement, de la non-interruption duquel dépend la durée de la vie. Celui qui a lieu dans les vaisseaux des organes de la respiration porte le nom de petite circulation ou circulation respiratoire, tandis que celui qui a lieu dans le reste du corps reçoit celui de grande circulation ou circulation aortique. Une troisième circulation, accomplie par des vaisseaux seulement, a lieu encore dans le foie, chez les animaux vertébrés, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons : les veines de l'estomac et du canal intestinal, du pancréas et de la rate se réunissent en un seul tronc, la veine porte, qui se distribue dans le foie à la manière des artères, et communique avec la veine cave inférieure par le moyen des veines hépatiques. Chez les reptiles et les poissons, la veine porte reçoit en outre les veines de plusieurs autres organes. Ce mouvement du sang veineux à travers le foie, a pour

but la sécrétion de la bile, qui est un liquide en partie excrémentitiel, et dont l'élimination entretient la masse du sang dans les conditions de composition chimique nécessaires à l'accomplissement de la nutrition.

§ 259. Quant à ce qui concerne les causes de la circulation du sang, sujet sur lequel les physiologistes ont beaucoup disputé depuis la découverte de Harvey, on peut regarder comme prouvé qu'elle est due tant aux manifestations d'activité des parois des espaces dans lesquels le sang se trouve contenu, que par la propriété inhérente au sang vivant lui-même, c'est-à-dire, à ses globules, de se mouvoir par une impulsion propre. Il paraît, en outre, que les organes, dont la substance est soumise à un changement continuel, exercent sur le sang une attraction qui favorise aussi son mouvement. Nous allons examiner d'une manière rapide ces diverses conditions de la circulation. Il en sera traité plus amplement à l'occasion de la circulation du sang chez l'homme.

§ 260. Le cœur vivant, dont la disposition et la structure résultent de l'activité plastique qui se manifeste dans le germe fécondé, est doué à un haut degré d'une faculté contractile, qu'on appelle force musculaire ou irritabilité. Cette force subsiste dans le cœur d'un animal aussi long-temps que les vaisseaux nourriciers portent du sang artériel à sa substance, et qu'il s'en nourrit. Elle diminue rapidement, et ne tarde pas à s'éteindre tout-à-fait, dans un cœur séparé du corps. Le stimulus qui excite les parois irritables du cœur à se contracter est le sang, comme Haller l'a suffisamment établi par de nombreuses expériences. Ce liquide s'épanche des troncs veineux dans les oreillettes, quand celles-ci se relâchent et se dilatent; ensuite leurs parois musculeuses reviennent sur elles-mêmes, et poussent le sang qu'elles circonscrivent dans les ventricules, qui se dila-

tent pour le recevoir. Le reflux de ce liquide des oreillettes dans les troncs veineux est empêché par la contraction de faisceaux musculeux circulaires qui entourent ceux-ci, ou par des valvules. Les parois distendues des ventricules, stimulées par le sang qu'elles ont reçu, se contractent également dans tous les sens, suivant la direction de leurs faisceaux charnus, avec beaucoup de force et de rapidité, et chassent le sang, par secousses ou ondées, dans les troncs artériels. Le sang refluerait des ventricules dans les oreillettes, si de fortes valvules n'y mettaient obstacle. Au moment où les ventricules se contractent, les oreillettes, qui sont vides, se dilatent de nouveau, et admettent d'autre sang provenant des troncs veineux, qu'elles lancent dans les ventricules, dont l'expansion coïncide avec leur resserrement. Les contractions et expansions des oreillettes et des ventricules continuent ainsi alternativement pendant toute la vie, d'où il résulte que continuellement du sang est reçu des troncs veineux et chassé dans les troncs artériels; tandis que les troncs des veines versent ce liquide dans les oreillettes, qui se dilatent, il revient des rameaux et des branches dans les troncs. Le sang chassé par saccades, et avec une grande force, dans les artères, est conduit aux organes par les branches, les rameaux et les ramuscules de ces vaisseaux, aux dernières extrémités desquelles il rentre, mais après avoir changé de propriétés, dans les veines, qui le ramènent au cœur.

Le cours du sang dans la direction qui vient d'être indiquée, et dans des carrières circulaires, a été démontré par les expériences de Harvey relativement aux effets que la compression et la ligature des artères et des veines produisent sur le mouvement de ce liquide, ainsi que par les conclusions qui en découlent. Les artères que l'on comprime, ou autour desquelles on serre

une ligature, se gonflent au-dessus de l'obstacle, du côté du cœur, tandis qu'elles demeurent affaissées et rétrécies au-dessous. Les veines, au contraire, quand on les soumet à la même épreuve, se distendent au-dessous de l'obstacle, et s'affaissent au-dessus. D'ailleurs, le mouvement circulaire du sang a été observé sur les animaux vivans, avec le secours du microscope, par Malpighi, Leeuwenhoek, Baker, Haller, Spallanzani et beaucoup d'autres naturalistes.

§ 261. Dans les artères, le sang coule, par ondées ou saccades, des troncs vers les branches, et de celles-ci vers les rameaux et les ramuscules, jusqu'à ce qu'enfin il se meuve uniformément dans les ramifications les plus déliées. Ce mouvement est produit par la contraction énergique des ventricules du cœur, de laquelle il résulte que le sang, chassé par secousses des ventricules dans les artères, pousse devant lui celui qui est déjà contenu dans les troncs, en sorte qu'à chaque contraction des ventricules la colonne de sang qui remplit les troncs artériels se trouve refoulée vers les ramifications périphériques par une nouvelle ondée. A chaque contraction des ventricules, on sent, en comprimant l'artère, un battement qui tient à l'afflux de la colonne liquide poussée en avant, et qui soulève même le doigt quand la pression n'est pas forte. On voit aussi, en piquant une artère, le sang sortir par jets isochrones avec les contractions des ventricules. Enfin, le mouvement imprimé à ce liquide par l'action du cœur est facile à apercevoir avec le secours du microscope, dans les artères des parties transparentes, du mésentère, des poumons et des membranes natatoires de petits animaux vivans.

Ainsi, le cœur irritable est le principal agent du flux du sang dans les artères, à raison de la contraction énergique de ses ventricules et du mouvement saccadé qui

se trouve imprimé par là au liquide. Cependant, cette cause n'est point la seule, comme plusieurs physiologistes l'ont prétendu : les parois des artères y prennent part aussi.

§ 262. Les artères, qui consistent en une membrane fibreuse particulière, sont extensibles, élastiques et douées d'un pouvoir vital de se contracter ; mais cette faculté n'est point identique avec l'irritabilité musculaire, comme l'ont admis quelques physiologistes. Quand on applique des agens mécaniques ou chimiques sur les artères vivantes, elles ne se contractent pas à l'égal des muscles soumis au même traitement, comme je le dirai plus tard en traitant des propriétés de ces vaisseaux chez l'homme. Cependant, toute artère coupée en travers ou exposée à l'influence de l'air, sur un animal vivant, se resserre un peu sur elle-même, ce qui n'a point lieu dans le cadavre, et ne peut par conséquent pas être attribué à l'élasticité seulement. L'existence d'une faculté contractile vivante dans les parois des artères ressort aussi de ce qu'après les émissions sanguines, leur calibre diminue en proportion de la quantité de sang qui a été soustraite à l'animal. Nous désignerons provisoirement sous le nom de contractilité organique ou de tonicité, le pouvoir dont elles jouissent de se rétrécir, indépendamment de leur élasticité.

Au moment où les ventricules se contractent et se vident avec une grande force, les artères, qui sont extensibles et toujours pleines de sang, se dilatent, par l'afflux d'une nouvelle quantité de liquide, un peu au-delà de leur diamètre moyen, mais à un faible degré seulement. Leurs parois élastiques et contractiles font ensuite effort pour revenir à ce diamètre moyen, phénomène qui a lieu pendant que les ventricules se dilatent et reçoivent une nouvelle ondée de sang des oreillettes.

Comme les valvules situées à la base des troncs artériels ne permettent point au sang de refluer dans les ventricules, quand ils se dilatent, ce liquide est obligé, par suite du rétrécissement que les artères éprouvent en reprenant leur diamètre moyen, de cheminer vers leurs ramifications les plus déliées. Cette réaction des artères élastiques et contractiles, que plusieurs physiologistes ont observée, a été rejetée à tort par quelques-uns, ou attribuée non moins faussement à la seule élasticité. Dans les petites artères, le sang ne coule plus par saccades, mais d'une manière uniforme, ainsi que la plupart des physiologistes s'en sont convaincus avec le secours du microscope. Cette différence dépend de ce que la force des ventricules qui se contractent, et l'impulsion saccadée qu'ils donnent à la colonne de liquide, sont affaiblies par la distension des parois artérielles. Le mouvement du sang dans les ramuscules ne peut point être attribué au cœur seul : il faut plutôt le considérer comme un effet dû à la contractilité des parois artérielles et à la propriété qu'a le sang de se mouvoir par une impulsion propre. La meilleure preuve qu'on puisse en donner, c'est que le sang coule dans les artères chez des animaux qui n'ont point de cœur.

§ 263. Le sang passe des ramifications les plus déliées des artères dans les veines. Outre qu'il a été souvent prouvé par des injections de substances ténues, chez des animaux morts, qu'une communication existe entre ces deux ordres de vaisseaux, le même fait a été observé, au moyen du microscope, sur des parties transparentes d'animaux vivans, par un grand nombre de naturalistes, tels que Malpighi, Leeuwenhoek, Cowper, Moliney, Cheselden, Baker, Hales, Haller, Reichel, Spallanzani et autres. Ces physiciens ont vu le sang couler des ar-

tères dans les veines. Dœllinger et Pander (1) ont récemment fait la même observation dans la figure veineuse de l'œuf de poule couvé. Villar (2) a vu, dans la queue des têtards, le sang passer des artères dans les veines. F. Thomson (3) a été témoin du même phénomène dans les membranes natatoires des grenouilles. Erman (4) a vu, dans les branchies frangées de grenouilles à l'état de développement, des séries de globules du sang qui passaient des artérioles dans les veines. Le même fait a été observé par Cuvier (5) dans les branchies des têtards de tritons, et par Configliachi et Rusconi (6) dans celles du protée. Dœllinger (7) a vu, sur des embryons de poisson, le sang couler le long d'artérioles qui se repliaient sur elles-mêmes pour produire des veines. Enfin Carus (8) a remarqué un courant artériel et veineux dans les lames de la queue des larves de libellule, et reconnu que le premier s'infléchissait sur lui-même pour donner lieu au second. Il est donc impossible, d'après ces témoignages, de révoquer en doute la conversion des artérioles en veines, et le passage du sang de celles-là dans celles-ci. La communication entre les deux ordres de vaisseaux est la plupart du temps si étroite, qu'elle ne permet qu'à une seule série de globules sanguins de passer; il est plus rare qu'on voie

(1) *Beitraege zur Entwickelungsgeschichte des Huehnchens im Eye.* Wurzbourg, 1817, in-fol.

(2) *Journal de physique*, t. LVIII, p. 406.

(3) *Lectures on inflammation.* Edimbourg, 1813, p. 75.

(4) *Schriften der Berliner Akademie*, 1816-1817, p. 215.

(5) *Recherches sur les Amphibies douteux*, p. 22.

(6) *Del proteo anguino*, p. 72, tab. 4, fig. 18.

(7) *Denkschriften der Muenchner Akademie*, 1818-1820, t. VII, p. 169.

(8) *Blutumlauf in den Larven netzfluegeliger Insekten.* Léipzick, 1827, p. 12.

deux ou trois globules la franchir simultanément. Au reste, le courant du sang a lieu d'une manière uniforme, et non par saccades, ce qui s'élève contre l'opinion des physiologistes aux yeux desquels le sang traverse les vaisseaux capillaires en vertu des contractions du cœur. Mais on est encore dans le doute de savoir si les petits courans sanguins sont entourés de parois vasculaires au moment de leur passage des artères dans les veines, comme Leeuwenhoek, Haller, Spallanzani et autres, l'admettaient et disaient l'avoir observé, ou s'ils sont contenus seulement dans des conduits creusés au milieu du tissu muqueux, ainsi que le prétendent Gruithuisen, Dœllinger, Carus et autres. Cependant on peut regarder comme un fait avéré, qu'à sa première apparition dans la figure veineuse de l'œuf d'oiseau couvé, le sang n'est point encore entouré de parois vasculaires.

§ 264. Le sang marche dans les veines des ramifications vers les branches et les troncs. Son cours y est régulier et plus lent que dans les artères. Il se meut dans les troncs par saccades, qui sont isochrones à la distension des oreillettes. La progression dans les veines est le résultat de l'afflux continuel du sang par les artères, de l'élasticité et de la contractilité vitale des parois veineuses, et des expansions alternatives des oreillettes. Le sang qui s'épanche des artères distend les veines. Celles-ci, en vertu de l'élasticité et de la contractilité de leur tunique fibreuse, propriété qui ressemble à celle dont les artères sont douées, et sur laquelle je reviendrai plus tard, en traitant des propriétés des veines, réagissent sur le liquide, et tendent à se rétrécir. Il résulte de là que le sang s'avance des rameaux vers les branches, mouvement durant lequel les valvules s'opposent à sa rétrogradation et soutiennent la colonne du liquide, partagée par elles en nombreuses sections. L'af-

flux du sang vers le cœur est favorisé, en outre, par la distension des oreillettes, car il se précipite des troncs dans le vide produit par cette distension, en même temps que celui des rameaux et des branches arrive dans les troncs qui se vident. Haller, Wilson, Platner et Blumenbach ont admis déjà que les oreillettes, en se dilatant, agissent comme une pompe aspirante sur le sang contenu dans les veines. Cette opinion peut être considérée comme ayant été démontrée, tant par les argumens de Carson, Jugenbuehler et Schubarth, que par les observations de Dœllinger, qui, en étudiant l'embryon d'oiseau, a vu le sang avancer dans les veines tandis que les troncs le versaient dans les oreillettes au moment où celles-ci se dilataient.

§ 265. Outre les mouvemens communiqués au sang par les contractions et expansions alternatives du cœur irritable, qui agit en cela comme une pompe foulante et aspirante, indépendamment de ceux qui lui sont imprimés par les parois élastiques et contractiles des artères et des veines, il possède encore la propriété de se mouvoir de lui-même. Cette propriété lui a été attribuée par plusieurs physiologistes, tandis que d'autres ont élevé des doutes sur sa réalité. Harvey, Glisson, Bohn et autres, ont prétendu que le sang est un liquide vivant et susceptible d'un mouvement qui lui appartient en propre; et Albinus, Wilson, Rosa, Jean Hunter, Gallini, etc., ont allégué des raisons péremptoires en faveur de cette opinion. Heidmann (1), en examinant des gouttes de sang frais au microscope, a vu se former au milieu du liquide, pendant sa coagulation, un tissu réticulaire qui exécutait, durant quelques minutes, des mouvemens semblables aux faibles contractions et ex-

(1) Reil, *Archiv fuer die Physiologie*, t. X, p. 417.

pansions des fibres musculaires. G.-R. Treviranus (1) a observé, avec le secours du microscope, deux sortes de mouvement dans le sang coulant des vaisseaux d'un animal vivant. L'un consistait en un tourbillonnement des globules sanguins, tandis que l'autre se manifestait, pendant la coagulation, par une contraction tremblotante du caillot entier. Cavolini (2) a même vu, dans les tubes du tronc et des ramifications du squelette corné des sertulaires, un liquide contenant des grains qui se mouvaient en tourbillonnant. Haller (3), Spallanzani, Wilson Philipp (4), G.-R. Treviranus (5) et autres, ont remarqué, à l'aide du microscope, que le sang continuait à se mouvoir dans les vaisseaux de divers animaux, principalement de grenouilles, quelque temps encore après que les gros vaisseaux cardiaques avaient été liés, ou le cœur lui-même arraché, phénomène dont j'ai également été témoin plusieurs fois. C.-F. Wolff, Dœllinger et Pander, Prevost et Dumas, etc., ont vu, même avant la formation des vaisseaux et du cœur, paraître dans l'œuf d'oiseau couvé des globules sanguins qui étaient en mouvement. Jean Hunter, Gruithuisen, Kaltenbrunner, etc., ont observé, au milieu du tissu muqueux, dans les parties enflammées, dans les tissus qui se régénéraient, et pendant la cicatrisation des plaies, des points sanguins qui se plaçaient à la suite les uns des autres, formant ainsi de petits courans, lesquels représentaient de nouveaux vaisseaux et s'unissaient aux anciens vaisseaux déjà existans. Tous ces

(1) *Biologie*, t. IV, p. 654.

(2) *Abhandlungen ueber Pflanzenthiere des Mittelmeers*, p. 56.

(3) *Opp. min.*, t. I, p. 115, sect. 8.

(4) *Philos. Trans.*, 1815, t. II, p. 224. *Med. chir. Trans.*, t. XII, P. II.

(5) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 102.

phénomènes témoignent que les globules sanguins, en leur qualité de parties organiques, possèdent la faculté de se mouvoir que Wolff leur avait déjà attribuée. Mais, quoiqu'on ne puisse refuser cette faculté au sang, et que les premiers mouvemens qu'il exécute, avant la formation du cœur et des parois vasculaires, ne puissent être que le résultat d'une force inhérente à lui-même, cependant, chez les animaux pourvus d'un cœur, sa progression est principalement le résultat de l'action de cet organe, après l'extinction de l'énergie duquel la circulation s'arrête promptement. Enfin le sang ne demeure liquide et ne conserve la faculté de se mouvoir qu'aussi long-temps qu'il est en rapport avec les corps vivans; sorti des vaisseaux, il se coagule et ne tarde pas à perdre ses mouvemens.

§ 266. Les organes paraissent exercer aussi une attraction vitale sur le sang artériel. Si une partie quelconque vient à redoubler d'action, que ce soit à la suite d'une excitation interne ou externe, ou par l'influence du système nerveux, il se porte davantage de sang vers elle. Que l'on soumette une partie externe, par exemple la conjonctive, ou une portion de la peau, à une stimulation mécanique, qu'on la frotte, qu'on l'expose à une température élevée, qu'on fasse tomber sur elle une étincelle électrique, ou qu'on la mette en contact avec les deux pôles d'une pile galvanique, aussitôt le sang y afflue en plus grande quantité, et elle rougit. La même chose arrive dans le cas de blessure. Toutes les membranes qui sécrètent de la mucosité ou de la sérosité, tous les organes sécrétoires et autres, admettent également plus de sang, quand ils viennent à être stimulés. Ce phénomène ne peut être attribué à un redoublement d'action du cœur, puisque celui-ci n'exerce d'influence que sur le mouvement du sang en général, et qu'il ne

saurait rien changer à la quantité de ce liquide qui se rend dans chaque partie du corps. Il paraît plutôt tenir à ce que l'organe, dont l'action devient plus vive, éprouve des changemens plus prompts dans sa composition matérielle, et à ce que, par cela même, il attire plus rapidement et en plus grande abondance le sang artériel, qui seul est capable, en raison de son influence sur la nutrition, de rendre la partie apte à déployer un surcroît d'énergie. Lorsque je traiterai de la circulation du sang chez l'homme, j'exposerai plus en détail les argumens qui parlent en faveur d'une attraction exercée sur le sang par les organes vivans.

§ 267. La disposition du système vasculaire sanguin, son degré de complication, et la direction qui suit de là pour le sang dans son cours, sont en connexion intime, dans les différens groupes d'animaux, avec le degré de complication de leur structure, avec celui de diversité et d'intensité de leurs phénomènes vitaux.

Chez les mammifères et les oiseaux, qui ont l'organisation la plus compliquée, et chez lesquels nous observons les manifestations d'action les plus variées et les plus intenses du système nerveux, ainsi que les mouvemens les plus énergiques et les plus durables, le mouvement du sang à travers les organes respiratoires et le corps entier est déterminé par des segmens particuliers du cœur. Les routes frayées à ce liquide dans les poumons et dans le corps sont tellement distinctes l'une de l'autre, qu'il ne peut point arriver une seule goutte de chyle ou de sang au parenchyme des organes, sans qu'elle ait été préalablement soumise à l'action de l'air dans les poumons.

Chez les reptiles, qui sont moins sensibles, et dont les mouvemens n'ont pas autant de vivacité ni de durée, la circulation du sang à travers les poumons n'est point

aussi exactement séparée de celle à travers le reste du corps que chez les animaux précédens, car le sang artériel et le sang veineux se mêlent ensemble dans le cœur. Cependant ce dernier organe est encore l'agent principal du mouvement du sang dans les deux carrières qu'il parcourt.

Chez les poissons, les crustacés et les mollusques, dont le système nerveux offre un degré moindre de déploiement, et dont le système musculaire exécute des mouvemens moins énergiques, les deux carrières du sang sont bien séparées l'une de l'autre par les organes respiratoires et par le corps, mais le mouvement de ce liquide n'est entretenu que dans l'une d'elles par un cœur, savoir par un cœur branchial chez les poissons, par un cœur aortique chez les crustacés et la plupart des mollusques.

Dans les annelides et les radiaires, les deux carrières du sang ne sont plus aussi nettement distinctes que dans les animaux qui précèdent; le cœur, chargé d'être le principal agent impulsif de ce liquide, disparaît, et les vaisseaux seuls accomplissent la circulation sanguine.

§ 268. Le volume du cœur, en proportion de la masse du corps, la force avec laquelle il entretient le mouvement du sang par sa contraction, et la vélocité de la circulation sanguine, sont également, chez les animaux, dans un rapport parfait avec la complication de leur structure et l'intensité des manifestations d'action de leurs systèmes nerveux et musculaire. C'est chez les mammifères et les oiseaux que le sang se meut avec le plus de rapidité et de force dans ses deux carrières; il a plus de lenteur chez les reptiles et chez les poissons; c'est chez les crustacés, les mollusques, les annelides et les radiaires, qu'il marche le plus lentement. Les circonstances qui exaltent les phénomènes de la vie dans

les animaux, accélèrent le mouvement du sang pour la plupart, tandis que celles qui dépriment ces mêmes phénomènes, rendent la circulation plus lente et moins énergique. Enfin la durée de la vie dépend d'autant plus de la circulation du sang, dans les animaux, que les phénomènes qui les caractérisent, c'est-à-dire les actions du système nerveux et les mouvemens volontaires, ont plus d'intensité chez eux. La vie des mammifères et des oiseaux s'éteint pour peu que la circulation éprouve une interruption de quelques minutes. Au contraire, les reptiles, les poissons, les mollusques et les vers, continuent de vivre pendant plusieurs heures, et même, en certaines circonstances, durant des jours entiers, quoique le mouvement du sang soit supprimé chez eux, qu'on leur ait arraché le cœur, ou qu'on ait détruit la continuité de leurs gros troncs vasculaires.

A l'appui de ce qui vient d'être dit, exposons rapidement la disposition du système vasculaire sanguin dans les diverses classes d'animaux.

§ 269. Les animaux à sang chaud parvenus au terme de leur développement, les mammifères et les oiseaux, qui ont la structure la plus compliquée, le système nerveux le plus développé, les actions nerveuses les plus intenses et les mouvemens animaux les plus durables, qui éprouvent le besoin des alimens aux intervalles les plus rapprochés, et qui les digèrent avec le plus de promptitude; chez lesquels la vie dépend au plus haut degré du renouvellement de l'air dans les poumons; chez lesquels la rénovation des matériaux de l'organisme se fait avec le plus de rapidité, et qui offrent les sécrétions les plus variées et les plus abondantes; chez lesquels, en un mot, les manifestations de la vie présentent à la fois le plus de diversité et le plus d'intensité: ces animaux sont ceux qui ont le système vasculaire sanguin le

plus développé. Leur cœur volumineux se compose de deux moitiés séparées par une cloison, ou résulte de deux cœurs adossés l'un à l'autre. Chaque moitié de ce cœur contient une cavité à parois minces, communiquant avec les troncs veineux, qu'on appelle oreillette, et une autre à parois épaisses, communiquant d'une part avec une oreillette, de l'autre avec un tronc artériel, et qu'on nomme ventricule.

Le sang noir qui revient des divers organes est versé, par les troncs veineux du corps, les veines caves, dans l'oreillette de la moitié droite du cœur. Avec lui se trouvent mêlés le chyle et la lymphe, amenés par les troncs lymphatiques. Par l'effet de la contraction de l'oreillette, le sang est poussé dans le ventricule droit, dont la contraction le fait ensuite parvenir dans l'artère pulmonaire. Celle-ci, qui se répand dans les poumons, et qui se convertit en un réseau délié à la surface des petites et très-nombreuses cellules pulmonaires, expose le sang veineux mêlé avec le chyle à l'action de l'air atmosphérique, qui le change en sang artériel. Le sang vermeil, repris par les veines des poumons, qui se réunissent peu à peu en troncs, est amené par elles dans la moitié gauche du cœur, pourvue de parois plus épaisses et plus robustes. De l'oreillette gauche, ce liquide passe dans le ventricule correspondant, d'où il est chassé avec une grande force dans l'aorte, dont les ramifications le conduisent à toutes les parties, qui s'en nourrissent, et qui sont entretenues par lui dans l'exercice de leurs propriétés vitales. C'est du sang artériel que toutes les humeurs, à l'exception de la bile, sont extraites. Ce qui n'a pu servir, ni à la nutrition, ni aux sécrétions, passe des artérioles les plus déliées des organes dans les veines, qui se réunissent successivement en rameaux, branches et troncs, et versent dans

l'oreillette droite le sang devenu noir. Les veines de l'estomac, du canal intestinal, de la rate et du pancréas, forment la veine porte, qui se ramifie dans le foie, à la manière d'une artère, et qui préside principalement à la sécrétion de la bile. Les veines chargées de ramener le sang du foie s'abouchent dans la veine cave inférieure.

La circulation du sang a lieu d'une manière très-rapide chez les oiseaux et les mammifères. Prevost et Dumas (1) ont compté, dans l'espace d'une minute, cent dix pulsations chez un corbeau et un canard, cent trente-six chez un pigeon, cent quarante chez une poule, et près de deux cents chez un héron. Le nombre des pulsations par minute s'élève, d'après Parry (2) et Greve (3), de trente-huit à cinquante-deux dans le cheval, et de soixante-quatre à soixante-dix dans le bœuf. Prevost et Dumas ont observé cinquante-six pulsations dans la brebis, quatre-vingt-quatre dans la chèvre, quatre-vingt-dix dans le chien et chez un singe, cent dans le chat, cent vingt dans un lapin, et cent quarante dans un cabiai.

§ 270. Dans les reptiles, la circulation pulmonaire et la circulation générale sont moins séparées que chez les mammifères et les oiseaux. Le cœur des chéloniens, des sauriens et des ophidiens se compose de deux oreillettes, séparées par une cloison, et d'un ventricule qui contient, chez les chéloniens et les sauriens, la plupart du temps trois, chez les ophidiens, deux cavités communiquant ensemble, desquelles les artères pulmonaires et celles du corps tirent leur origine. Le sang veineux qui

(1) *Bibliothèque universelle*, t. XVII, p. 294.

(2) *An experimental inquiry into the nature, causes and varieties of the arterial pulse.*

(3) *Bruchstuecke zur vergleichenden Anatomie und Physiologie*, p. 29.

revient du corps, mêlé avec le chyle et la lymphe, est versé par les veines caves dans l'oreillette droite, tandis que le sang artériel qui arrive des poumons est conduit par les veines pulmonaires dans l'oreillette gauche. Lorsque les oreillettes viennent à se contracter, les deux sortes de sang sont chassées dans les compartimens du ventricule cardiaque, où elles se mêlent l'une avec l'autre, après quoi la contraction de cette cavité les fait parvenir dans les artères pulmonaires et dans celles du corps. Cette disposition a été démontrée par l'examen que Caldesi (1), Duverney (2), Méry (3), Buissière (4), Morgagni (5), Wrisberg (6) et autres, ont fait du cœur des tortues, Duverney (7) et Cuvier (8), de celui du crocodile, et Schlemm (9) de celui des serpens.

Le cœur des grenouilles (10), des crapauds, des salamandres et des tritons, n'est formé que d'une seule oreillette et d'un seul ventricule. La première reçoit le sang des poumons et du cœur, qui passe de là dans le ventricule, et ensuite dans l'artère du corps : les artères pulmonaires ne sont que de simples branches de l'aorte. On trouve une disposition semblable dans le cœur des reptiles munis de branchies, la sirène et le protée.

(1) *Osservazioni anatomiche intorno alle tartarughe maritime, d'aqua dolce e terrestri.* Florence, 1687, in-4°, p. 59, tab. 7.

(2) *Mém. de l'Acad. des sciences,* 1699, p. 227.

(3) *Ibid,* 1703, p. 345, 403, 437, 451, 457.

(4) *Philosophical Trans.,* 1710, p. 170.

(5) *Advers. anat.,* t. V, p. 24.

(6) *Comment. soc. reg. Gœtting,* t. XVI, p. 18.

(7) *Mém. de l'Acad. des sciences,* 1703, p. 390.

(8) *Anatomie comparée,* t. IV, p. 222.

(9) *Tiedemann's und Treviranus Zeitschrift fuer Physiologie,* t. II, p. 101.

(10) Swammerdam a décrit le cœur et le système vasculaire sanguin de la grenouille commune, dans sa Bible de la nature, et il en a donné la figure, tab. 49, fig. 3, 4.

D'après les observations de Cuvier (1), l'artère qui naît du ventricule chez la *sirena lacertina*, se ramifie tout entière dans les branchies, et les veines branchiales forment l'aorte par leur réunion, comme chez les poissons. Dans le *proteus anguinus*, au contraire, l'artère qui sort du ventricule cardiaque se partage, suivant les recherches de Configliachi et de Rusconi (2), en deux troncs, qui donnent des branches aux branchies, à la tête et aux poumons, et qui se réunissent ensuite pour produire l'aorte descendante. Les veines branchiales s'abouchent en partie avec les artères de la tête, et en partie avec l'aorte descendante, tandis que les pulmonaires s'ouvrent dans les troncs veineux du corps. Rusconi (3) a rencontré une disposition semblable dans les têtards des salamandres aquatiques.

Chez les reptiles, comme chez les mammifères et les oiseaux, il existe un système de la veine porte, mais qui a bien plus d'extension, puisque, d'après les recherches de Bojanus (4), ce ne sont pas seulement les veines de l'estomac, du canal intestinal, de la rate et du pancréas, mais encore celles des extrémités postérieures et des tégumens du bas-ventre, qui contribuent à former le tronc de la veine porte.

Si l'on en juge d'après les mouvemens du cœur, la circulation du sang a lieu, chez les reptiles, d'une manière moins rapide et moins vive que chez les mammifères et les oiseaux. La température des milieux dans lesquels ces animaux vivent, et l'interruption des mouvemens respiratoires, exercent une grande influence sur

(1) *Recherches sur les amphibies douteux*, p. 21.

(2) *Del proteo anguino*, p. 69, tab. 4, fig. 8.

(3) *Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve delle salamandre aquatiche*. Pavie, 1817, in-4°, fig. 6.

(4) *Anatome testudinis europææ*, p. 129, tab. 25.

la rapidité et la lenteur des contractions du cœur. Le cœur des tortues ne se contracte que treize à vingt fois par minute, d'après les observations de Caldesi, et même seulement dix fois suivant celles de Fontana. Wilford a compté quinze à vingt-cinq pulsations par minute dans le cœur d'un boa (1); Fontana soixante-dix et quelques dans celui des grenouilles. Lorsque les animaux sont épuisés par la faim, les mouvemens du cœur deviennent fort lents. Fontana a vu le cœur d'une tortue qui n'avait pas pris de nourriture depuis long-temps, ne battre que dix fois dans l'espace de vingt-deux minutes; celui de grenouilles se contracta dix fois dans les mêmes circonstances. La vie des reptiles ne dépend pas autant de la circulation du sang que celle des mammifères et des oiseaux; car les tortues, les serpens et les grenouilles se meuvent long-temps encore après que le cœur leur a été arraché.

§ 271. Chez les poissons, la circulation du sang dans les branchies est accomplie par un cœur, et celle dans le corps ne l'est que par les seuls vaisseaux. Le cœur, peu volumineux en proportion de la masse du corps, est placé derrière les branchies. Il se compose d'une oreillette et d'un ventricule. La première reçoit des veines le sang noir qui revient des diverses parties du corps, avec le chyle et la lymphe, et le fait passer dans le ventricule. Celui-ci le chasse dans l'artère branchiale, qui, à son origine, forme une dilatation contractile. Cette artère se ramifie dans les branchies, sur les nombreuses lamelles desquelles elle se réduit en un réseau délié, où le sang veineux se change en sang vermeil. Toutes les veines branchiales se réunissent en un gros tronc situé le long de la face inférieure de la co-

(1) *Annals of philosophy*, t. II, p. 26.

lonne vertébrale. Ce tronc, ou l'aorte (1), conduit aux organes, par de nombreuses ramifications, le sang nécessaire à la nutrition. La plupart des veines revenant des organes, forment la veine cave supérieure et l'inférieure, qui s'ouvrent dans l'oreillette simple (2). Les veines de l'estomac, du canal intestinal et de la rate, comme aussi, chez plusieurs poissons, d'après les recherches de Rathke (3), celles des parties génitales et de la vessie natatoire, conduisent le sang au foie.

La circulation est moins rapide que chez les mammifères et les oiseaux, car le cœur ne se contracte que vingt à trente fois par minute. Suivant les observations de Fontana, le cœur de l'anguille bat vingt-quatre fois, et deux ou trois fois seulement lorsque l'animal est épuisé par la faim.

§ 272. Il y a deux circulations chez les mollusques, l'une dans les organes respiratoires, et l'autre dans le corps. La première est entretenue par un cœur, et la seconde, accomplie par des vaisseaux. Le cœur est généralement formé d'une oreillette et d'un ventricule. Sa situation varie d'après la disposition des organes respiratoires. Quand ceux-ci sont placés aux deux côtés du corps, le cœur occupe la ligne médiane du corps, comme dans les genres *scyllæa*, *tethys*, *tritonia*, et autres. S'ils n'existent que d'un seul côté, c'est aussi de ce côté que le cœur se trouve. Dans les gastéropodes à coquille enroulée, le cœur a une situation opposée à la direction du corps. Le sang ramené des organes respiratoires par des veines, coule dans l'oreillette, d'où il

(1) TIEDEMANN, *Anatomie des Fischherzens*. Landshut, 1809, in-4°.

(2) DUVERNEY, dans *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1699, p. 240, fig. 16.

(3) MECKEL, *Archiv fuer Anatomie und Physiologie*, 1826, p. 126.

passe dans le ventricule, qui le disperse dans le corps, au moyen des ramifications de l'aorte. Il se rassemble ensuite des divers organes dans les troncs veineux du corps, qui se ramifient de nouveau, à la manière d'artères, dans l'appareil de la respiration (1). Du reste, le système vasculaire sanguin offre quelques particularités dans les différens groupes de mollusques. Ainsi, les céphalopodes n'ont pas d'oreillette, et chez eux, à la conversion des deux branches de la veine du corps en artères branchiales, se trouve, de chaque côté, un cœur spécial, chargé d'effectuer le mouvement du sang dans les branchies (2). Chez quelques acéphales, par exemple, dans les genres *arca* et *pinna*, le ventricule est partagé en deux segmens, de chacun desquels naît une aorte, ce qui a lieu aussi dans les tarets, d'après Home (3). Les acéphales nus et le genre *lingula* sont privés d'oreillette. Les acéphales à coquille, et parmi les gastéropodes, ceux des genres *patella* et *haliotis*, ont au contraire deux oreillettes, qui reçoivent le sang des branchies, et le font passer dans le ventricule (4).

La circulation se fait lentement chez les mollusques. Gaspard (5) a vu le cœur d'un limaçon des vignes battre, en été, vingt-cinq à vingt-huit fois par minute.

(1) Ainsi que Swammerdam l'a reconnu pour la première fois dans le genre *limax* (*Bibl. naturæ*, tab. 5, fig. 4, 5). La même chose a lieu dans les mollusques acéphales, suivant Bojanus (*Ueber die Athmen- und Kreislaufswerkzeuge der zweischaligen Muscheln*. Jena, 1821).

(2) Figuré par Swammerdam (*Loc. cit.*, tab. 32, fig. 1), d'après le *sepia officinalis*, Monro (*Physiologie der Fische*, tab. 31, fig. 1, 2), Cuvier (*Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques*, pl. 2, fig. 3), et Home (*Philos. Trans.*, 1817.).

(3) *Philosoph. Trans.*, 1806, p. 184.

(4) Poli, *Testacea utriusque Siciliæ*, tab. 9, fig. 11, 12, tab. 10, fig. 16.

(5) Magendie, *Journal de physiologie*, t. II, p. 295.

Celui d'une moule d'étang se contractait, d'après Pfeiffer (1), quinze fois par minute. Du reste, la vivacité des mouvemens du cœur est très-variable, selon la température de l'air ou de l'eau qui sert de séjour à ces animaux.

§ 273. L'existence de la circulation du sang dans les crustacés était déjà connue de Harvey (2) et de Willis (3). L'un avait vu les mouvemens du cœur dans une squille, et l'autre a représenté le cœur et les vaisseaux de l'écrevisse ordinaire. Le cœur des crustacés décapodes, que Rœsel aussi a décrit (4), est situé sous le bouclier dorsal, derrière l'estomac; c'est un cœur aortique. Voici comment s'effectue la circulation, d'après les observations d'Audouin et de Milne Edwards (5). Le sang sort par six vaisseaux du cœur, qui est volumineux et pourvu de minces parois musculaires. Trois de ces vaisseaux le conduisent aux parties antérieures du corps, aux yeux, aux antennes, etc.; deux autres le mènent au foie, et le dernier, qui est d'un gros calibre, l'aorte, parcourt la poitrine et le ventre, d'où il envoie des branches aux membres. Les veines, qui ont des parois extrêmement minces (6), se réunissent en un ou deux troncs ou

(1) *Naturgeschichte der deutschen Land-und Suesswasser-Mollusken.* Abth. II, p. 22.

(2) *De motu cordis et sanguinis in animalibus.* Francfort, 1628, in-4°, p. 29. *Est hic apud nos minima squilla (quæ anglice dicitur a Shrimp, Belgice en Gerneel) in mari et in Thamesi capi solita, cujus corpus omnino pellucidum est. Eam aquæ impositam sæpiùs præbui spectandam amicissimis quibusdam meis, ut cordis illius animalculi motus liquidissimè perspiceremus, dum exteriores illius corporis partes visui nihil officerent, quo minus cordis palpitationem quasi per fenestram intueremur.*

(3) *De anima brutorum.* Amsterdam, 1674, in-12, p. 48, tab. 3, fig. 1.

(4) *Insektenbelustigungen,* t. III, tab. 58, fig. 9, 14.

(5) *Annales des sciences naturelles,* t. XI, 1827, p. 283.

(6) Lund (*Isis*, 1825, cah. 5, p. 593) s'est trompé en niant l'exis-

réservoirs, renfermés dans les pièces calcaires du thorax. De ces troncs naissent les vaisseaux qui se rendent aux branchies. Ces vaisseaux conducteurs du sang aux organes branchiaux, tiennent par conséquent lieu d'artères, et se ramifient dans les lames branchiales. Des branchies partent d'autres veines qui s'ouvrent dans le cœur. A l'embouchure des deux principaux troncs veineux se trouvent des valvules, qui empêchent le sang de rétrograder pendant la contraction du cœur.

Il y a également une circulation dans les autres crustacés. Degeer (1), et O.-F. Muller (2), ont observé un double courant en sens opposé dans les antennes et les pattes des squilles. Schaeffer a vu, dans le *limulus lacustris*, un canal cardiaque offrant des contractions et expansions alternatives (3). Jurine le jeune a été témoin de la circulation du sang dans l'*argulus foliaceus* (4). Lui et Ramdohr (5) ont trouvé dans les daphnies un canal cardiaque exécutant de vifs mouvemens. Enfin, G.-R. Treviranus a trouvé aussi un canal semblable dans les *oniscus*, les *armadilla* et les *idotea* (6). Le sang paraît, comme dans les crustacés décapodes, aller du cœur aux organes, et revenir de ceux-ci au cœur par les branchies.

§ 274. Dans les arachnides, les araignées, les *pha-*

tence des veines dans les crustacés. G.-R. Treviranus a cependant fait des objections à ce sujet (*Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 152.

(1) *Mém. pour servir à l'Hist. nat. des Insectes*, t. VII, p. 512.

(2) *Zoologia danica*, t. II, p. 48.

(3) *Der krebsartige Kiefenfuss*, p. 64.

(4) *Annal. du Mus. d'Hist. nat.*, t. VII, p. 431. — *Hist. nat. des Monocles*. Genève, 1820.

(5) *Mikrographische Beitræge zur Entomologie und Helminthologie*, t. I, p. 22.

(6) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 38, 78.

langium et les scorpions, Cuvier (1), J.-F. Meckel (2) et G.-R. Treviranus (3), ont reconnu la présence d'un système vasculaire pour le mouvement du suc nourricier. Le cœur traverse le corps, sous la forme d'un sac oblong, rétréci aux deux extrémités, et il est pourvu d'une couche mince de fibres musculaires circulaires. De ce sac partent des vaisseaux qui se distribuent dans le corps et dans les organes respiratoires. Pendant la vie il est dans un état alternatif de contraction et d'expansion. Probablement, il reçoit, durant son expansion, le sang des organes respiratoires, et, par sa contraction, il envoie ce liquide aux diverses parties du corps. Peut-être les vaisseaux revenant des organes se ramifient-ils dans l'appareil respiratoire, comme chez les crustacés. Leeuwenhoek (4), Baker (5) et Degeer (6), ont, avec le secours du microscope, aperçu un courant du sang en deux directions opposées, comme s'il parcourait des artères et des veines, dans les parties transparentes des araignées.

§ 275. Il y a aussi un mouvement circulatoire d'humeurs dans les insectes. Malpighi (7) a observé le premier, dans le ver à soie, de même que dans d'autres chenilles et dans des papillons, un canal étendu le long du

(1) *Anat. comparée*, t. IV, p. 419.

(2) *Beytræge zur vergleichenden Anatomie*, t. I, cah. 2, p. 108; dans le scorpion.

(3) Il décrit le canal cardiaque et ses vaisseaux dans les *Aranea domestica, atrox* (*Ueber den innern Bau der Arachniden*. Nuremberg 1824; p. 28, tab. 3. fig. 28, 30) et *diadema* (*Vermischte Schriften*, t. I, p. 4, tab. 1, fig. 1), le scorpion (premier ouvrage, p. 9, tab. 1, fig. 4), et les *phalangium* (dernier ouvrage, t. 1, p. 31, tab. 5, fig. 16, 18).

(4) *Arcan. naturæ*, t. IV, p. 331.

(5) *On the use of the microscope*, t. 1, p. 130.

(6) *Loc. cit.*

(7) *Opp. omn.*, t. II, *de bombycibus*, p. 20, 42.

corps, sous la peau du dos, rempli d'un liquide et agité de vives pulsations, qu'il appelait cœur. Swammerdam et Lyonnet (1) se sont convaincus de l'existence de canal; mais comme ils ne purent découvrir de ramifications qui en partissent et se distribuassent dans le corps, ils hésitèrent à le prendre pour un cœur. Cuvier (2), Marcel de Serres (3), J.-F. Meckel (4), Herold (5) et autres, n'ont pas été plus heureux. J. Mueller (6) a vu le vaisseau dorsal envoyer des branches à la tête, et un grand nombre de filamens déliés et creux aux tubes ovariens. Quoique ce vaisseau ait, dans sa situation, sa disposition et ses manifestations de vie, la plus grande analogie avec le cœur des crustacés et des arachnides, les physiologistes se refusèrent néanmoins à lui en attribuer les fonctions.

Des mouvemens d'humeurs dans diverses parties du corps des insectes ont été observés, à l'aide du microscope, par un anonyme (7), Nitzsch (8), Gruithuisen (9), Ehrenberg et Hemprich (10). Carus (11) a prouvé le

(1) *Traité anat. de la chenille du saule.* La Haye, 1762, in-4°, p. 104, pl. 4, fig. 4. p. 425.

(2) *Mém. de la société d'hist. nat.*, An VII, p. 34.—*Anat. comparée*, t. IV, p. 417.

(3) *Mémoires du Mus. d'hist. nat.*, t. IV, p. 149, 313; t. V, p. 59.

(4) *Archiv fuer die Physiologie*, t. I, p. 469.

(5) *Physiologische Untersuchungen ueber das Rueckengefaess der Insekten.* Marbourg, 1823, in-8°.

(6) *Nova act. Acad. nat. curios.* V. 12, P. II, p. 555.

(7) Dans Baker, *Beytraegen zu nuetzlichen und vergnuegenden Gebrauch und Verbesserung des Mikroscops.* Augsbourg, 1754, p. 506.

(8) *Commentat. de respiratione animalium.* Wittenberg, 1808, p. 27. *In larva tipulæ plumosæ quæ tracheis caret, vasa sanguifera ipse mihi animadvertisse videor.*

(9) *Salzburg. med.-chir. Zeitung*, 1818, n° 92. Il a vu la circulation dans des larves d'insectes aquatiques.

(10) Humboldt, *Bericht ueber die naturhistorische Reise der Herrn Ehrenberg und Hemprich*, p. 22. Ils ont vu le mouvement du sang dans les ailes d'une espèce de mante.

(11) *Entdeckung eines einfachen vom Herzen aus beschleunigten*

premier l'existence d'une circulation complète, ayant son point de départ et celui de retour au vaisseau dorsal. Il a vu, dans les parties transparentes des lames de libellules et d'éphémères, un courant artériel périphérique et un courant veineux efférent, et il a reconnu l'inflexion, le passage immédiat des globules sanguins de l'un dans l'autre. Le mouvement de la masse des humeurs a lieu sans interruption, mais cependant avec une vitesse manifestement accélérée par saccades, en partant du vaisseau dorsal. Le liquide chassé par les contractions de ce vaisseau est conduit, par des branches, dans la tête, les antennes et les membres. Les courans artériels les plus déliés se convertissent en courans veineux, et ceux-ci versent leur contenu dans un vaisseau situé à la face ventrale, qui, vers la partie postérieure du corps, s'unit au vaisseau dorsal ou canal cardiaque. Par conséquent, il paraît que le suc préparé avec les alimens dans le canal intestinal, arrive par des voies inconnues dans le canal cardiaque, d'où il est conduit aux diverses parties, pour y servir aux besoins de la nutrition. L'air, amené aux organes eux-mêmes par les trachées, communique sans doute au liquide nourricier grossier les qualités nécessaires pour qu'il puisse, dans l'acte de la nutrition, se combiner avec les parties solides. Le résidu du suc nourricier paraît retourner au canal cardiaque.

Les pulsations du cœur des insectes ont lieu avec une rapidité diverse. D'après les observations de Herold, le vaisseau dorsal bat plus vite chez les jeunes chenilles que chez celles qui sont adultes. Ainsi, il a remarqué quarante-six à quarante-huit pulsations par minute chez

Blutkreislaufes in den Larven netzflueglicher Insekten. Léipsick, 1827, in-4°. Il a vu aussi une circulation du suc nourricier dans les élytres de quelques coléoptères, notamment des lampyres.

les vers à soie, après la première mue, à une température de 22,50 degrés C., et trente-six seulement dans les mêmes chenilles adultes. Les pulsations sont beaucoup plus rapides et plus vives au chaud qu'au froid.

§ 276. Quoiqu'il y ait chez les annélides un système vasculaire qui contient un liquide rouge, coagulable et mu sous la forme de courans, la disposition de ce système n'est point encore parfaitement connue, malgré les recherches faites sur diverses sortes de vers par Cuvier (1), Viviani (2), Thomas (3), Spix (4), Home (5), Kunzmann (6), Bojanus (7) et Leo (8). Ces naturalistes ne sont d'accord que sur un seul point, c'est que le sang se meut dans plusieurs troncs vasculaires qui traversent le corps et s'anastomosent ensemble, sans qu'il existe une dilatation musculeuse particulière, semblable à un cœur. Dans la sangsue, celui de tous les annélides dont le système vasculaire a été le mieux étudié, trois troncs, l'un médian et les deux autres latéraux, parcourent le corps, dans le sens de sa longueur. A chaque anneau du corps, les troncs latéraux communiquent tant entre eux qu'avec le médian, par le moyen de vaisseaux anastomotiques. D'après les observations microscopiques de J. Mueller (9), la circulation s'effectue de la manière suivante; dans un temps, l'un des troncs latéraux et le médian, comme

(1) *Anatomie comparée*, t. IV, p. 410.

(2) *De phosphorescentia maris*. Gênes, 1805, in-4°, p. 14. Sur les vaisseaux du *sabella*.

(3) *Mém. pour servir à l'hist. nat. des sangsues*. Paris, 1806, in-8°.

(4) *Denkschriften der Muenchner Akademie*. 1815, p. 183.

(5) *Philos. Trans*. 1817, P. 1, p. 1.

(6) *Anatomisch-physiologische Untersuchungen ueber den Blutigel*. Berlin, 1817.

(7) *Isis*. 1818, p. 2089.

(8) *Diss. de structura lumbrici terrestris*. Kœnigsberg, 1820, in-4°.

(9) Meckel, *Archiv fuer Anatomie und Physiologie*. 1828, n° 1, p. 22, tab. 1, fig. 1, 2.

aussi les vaisseaux d'anastomose compris entre eux, sont pleins de sang, tandis que l'autre tronc latéral et ses branches sont vides et rétrécis. Dans le moment qui suit, ce dernier paraît rempli et l'autre vide. Pendant la contraction d'un des troncs latéraux, le sang passe de l'autre côté, en traversant les vaisseaux intermédiaires, et dans le second temps, il revient du côté d'où il était parti. Cependant la contraction et le courant commencent en arrière, et s'avancent peu à peu en devant, comme par ondulation. Le tronc latéral et le médian se vident donc d'abord en arrière, et le tronc qui était vide auparavant, commence par sa partie antérieure à se remplir. D'après cela, il n'y a dans les annélides, entre la peau chargée d'entretenir la respiration et les autres parties du corps, qu'une circulation effectuée par des vaisseaux.

§ 277. Les radiaires, tels que les astéries, les oursins de mer et les holothuries, ont un système de vaisseaux dans lequel un liquide se meut en cercle, mais qui est borné seulement au sac alimentaire et aux ovaires (1). Dans les étoiles de mer, des veines nombreuses, à parois très-minces, qui viennent de l'estomac, des appendices cœcaux et des ovaires, se réunissent en un seul tronc. Celui-ci produit une dilatation analogue à un cœur, et se ramifie ensuite à la manière des artères. Dans les oursins de mer, on trouve, aux deux côtés des circonvolutions du canal intestinal, deux troncs vasculaires, dont l'externe paraît être une veine, et l'interne une artère. Ces deux troncs communiquent ensemble par le moyen d'une dilatation analogue à un cœur, ou par leurs ramifications les plus déliées. Le canal intes-

(1) Tiedemann, *Anatomie der Roehren-Holothurie, des pomeranzfarbigen Seesterns und Stein-Seeigels*, Landshut, 1816, in-fol. — Le système vasculaire sanguin de l'holothurie est représenté tab. 5, celui de l'astérie tab. 8, et celui de l'oursin, tab. 10, fig. 1.

tinal des holothuries offre également un tronc artériel et un tronc veineux, qui sont liés l'un avec l'autre, tant par leurs ramifications les plus déliées que par un grand réseau vasculaire étendu sur une des branches de l'organe respiratoire.

Indépendamment de ce système vasculaire, il en existe encore chez les radiaires un autre, d'espèce particulière, qui se rapporte à l'exercice de la locomotion. Ce système est composé de vaisseaux qui, partant d'un canal situé autour de la bouche, se répandent en rayonnant à la face interne de la peau, comme dans les holothuries, ou vont à l'enveloppe crétacée, comme dans les oursins et les astéries. Ces vaisseaux s'ouvrent dans les tentacules creux et dans leurs dilatations vésiculaires. Ils contiennent un liquide limpide qui, durant les mouvemens de l'animal, s'épanche dans les tentacules, dont il produit le gonflement et le redressement. Quand l'animal retire ses tentacules, la contraction de leurs parois musculeuses fait rentrer le liquide dans les vaisseaux. Le fluide contenu dans ce système vasculaire n'est donc point agité d'un mouvement circulatoire, et il ne fait que couler de dedans en dehors, puis de dehors en dedans (1). Ce liquide, qui est vraisemblablement tiré du sang, paraît servir en même temps à la nutrition de la peau, de l'enveloppe crétacée et des organes locomoteurs.

II. Mouvement du suc nourricier dans les végétaux.

§ 278. Il est peu d'objets en botanique sur lesquels on ait tant discuté que sur le mouvement du suc nourricier des végétaux. Les botanistes ne tardèrent point à

(1) Ce système vasculaire de l'holothurie est représenté tab. 2, fig. 4, celui de l'astérie tab. 8, et celui de l'oursin tab. 10, fig. 2-3.

s'accorder sur un point, celui que la sève pompée par les racines parvient dans les feuilles, et que là elle acquiert, sous l'influence de la lumière, de la chaleur et de l'air, les qualités nécessaires pour servir à la nutrition. Mais la question de savoir s'il existe un courant rétrograde des feuilles vers les diverses parties, et dans quels organes il a lieu, n'est point encore résolue. Grew et Malpighi, les fondateurs de la physiologie végétale, se fiant à l'analogie des plantes avec les animaux, ont conjecturé qu'il existe chez elles un mouvement du suc nourricier semblable à la circulation du sang. Malpighi (1) pensait que la sève montée dans les feuilles est assimilée par l'évaporation de ses parties aqueuses, et qu'elle revient ensuite par des vaisseaux particuliers, qui la conduisent aux divers organes des végétaux, à l'accroissement desquels elle sert. Major, Perrault (2), Parent, Mariotte (3), Delabaisse (4), Duhamel (5), Van Marum (6), Carradori (7) et autres se prononcèrent en faveur de l'hypothèse d'une circulation dans les plantes. D'autres physiologistes, d'une autorité non moins grande, Dodart, Magnol, Hales, Duclos, Bonnet, etc., rejetèrent cette idée, et n'admirent qu'une fluctuation ascendante et descendante du suc dans les mêmes vaisseaux.

Dans ces derniers temps, Knight (8) a soutenu avec

(1) *Anatome plantarum*, t. I, p. 54.

(2) *Mém. de l'Ac. de Paris*, 1709, p. 44. *OEuvres de Physique et mécanique*, t. I, p. 69.

(3) *Mém. de l'Ac. de Paris*, 1709.

(4) *Diss. sur la circulation de la sève dans les plantes*, 1733, in-8.

(5) *Physique des arbres*, t. I, p. 85.

(6) *Diss. quâ disquiritur, quousque motus fluidorum et cæteræ quædam animalium et plantarum functiones consentiunt.* Groningue, 1773.

(7) *Atti della Societa econom. di Firenza*, t. III, p. 211.

(8) *Philos. trans.* 1801, p. 336. 1803, P. II, p. 273. 1804, P. I, p. 183. 1805, P. I, p. 88. 1808, P. II, p. 313.

force l'idée d'un courant du suc végétal des feuilles vers les parties. D'après son opinion, qui repose sur des expériences, la sève qui monte dans les feuilles, à travers le jeune bois des arbres, devient, par l'évaporation de ses parties aqueuses, plus riche en matériaux combustibles, et coule ensuite, au moyen de vaisseaux particuliers des pétioles, dans la couche interne de l'écorce et dans l'aubier. De là elle est répartie dans le tronc et dans la racine, où elle sert à l'accroissement. Une partie du suc nourricier s'amasse dans l'aubier vers la fin de l'été, et contribue, avec la sève qui monte, au printemps, des racines, à former les nouvelles feuilles et fleurs. Knight rapporte les expériences suivantes à l'appui de son opinion. Si l'on applique sur un jeune arbre une ligature qui pénètre dans l'écorce, l'arbre croît davantage au-dessus du lien qu'au-dessous. Le même effet a lieu quand on pratique deux incisions circulaires autour du tronc, et qu'on enlève la portion d'écorce qu'elles interceptent. Knight a montré, en outre, que les racines, comme l'ont observé aussi d'autres physiciens, notamment Duhamel, croissent en longueur par leurs ramifications les plus déliées, ce qui suppose la descente de la sève. Ces expériences et beaucoup d'autres l'ont déterminé à admettre le retour de la sève des feuilles au tronc. Bell (1) et autres ont cherché également à prouver ce mouvement rétrograde du suc végétal.

§ 279. Avec le secours du microscope on observe un mouvement du suc nourricier dans les plantes. Les parties transparentes des conferves laissent apercevoir des grains ou globules verts, qui se meuvent, ainsi que l'ont vu Ingenhouss (2), Vaucher (3), Girod-Chan-

(1) *Manchester Mem.* t. II, p. 402.
(2) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 218.
(3) *Histoire des conferves d'eau douce.*

tras (1) et L.-C. Treviranus (2). B. Corti (3) a le premier reconnu, dans une plante aquatique (probablement le *caulinia fragilis*, Willd.), un liquide contenant des globules et produisant des courans réguliers, ascendans et descendans. Ce liquide se mouvait dans les internœuds séparés par des cloisons, où il paraissait renfermé dans des vaisseaux; d'un côté il montait jusqu'au nœud ou renflement, puis là se courbait sur lui-même, et descendait de l'autre côté, pour ensuite remonter. Corti assure avoir remarqué des mouvemens semblables dans plusieurs autres plantes aquatiques et terrestres, dans le cresson de fontaine, dans les feuilles de la sagittaire, et dans diverses cucurbitacées. Fontana (4) a confirmé les observations qu'il avait recueillies. L.-C. Treviranus (5), a vu également dans les utricules des internœuds des charagnes (*chara flexilis*, *vulgaris et hispida*), le mouvement circulaire, ascendant et descendant, d'un liquide qui contient des grains verts. Un mouvement pareil du suc végétal a été vu, non seulement dans les charagnes, par Gozzi (6), Amici (7), Schultz (8), Kaulfuss (9) et G.-G. Bischoff (10),

(1) *Recherches chimiques et microscopiques sur les conferves, bisses, tremelles, etc.* Paris, 1802, p. 88.

(2) *Beytraegen zur Pflanzenphysiologie*. Gœttingue, 1811, p. 73.

(3) *Osservazioni microscopiche sulla tremella e sulla circolazione del fluido in una pianta acquajola.* Lucques, 1774. — *Lettera sulla circolazione del fluido scoperta in varie piante*. Modène, 1775.

(4) *Journal de physique*, 1776, t. IX, p. 285.

(5) *Loc. cit.*, t. II, p. 73.

(6) *Giornale di fisica*, 1819, t. 1, p. 199. Il dit avoir observé que l'ascension et la descente du suc persistent, dans chaque partie, après la ligature des internœuds.

(7) *Memorie della societa italiana in Modena*. 1820, t. XVIII, p. 183. 1823, t. XIX.

(8) *Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 545.

(9) *Erfahrungen ueber das Keimen der Charen*.

(10) *Die Charen und Equiseten*. Nuremberg, 1828, p. 17. — Bischoff a eu la complaisance de me montrer le mouvement du suc dans le *Chara hispida*.

mais encore dans les caulinies par Amici, dans les nitelles par Agardh (1), et dans les cellules du *vallisneria* et de l'*hydrocharis* par Meyen (2). La chaleur accélère ce mouvement ; le froid le ralentit, et finit par l'arrêter tout-à-fait. Les liqueurs acides dont l'action s'exerce sur les plantes, le suspendent aussi. Quand l'accroissement du végétal marche bien, le suc se meut avec plus de rapidité. On n'a point encore observé qu'il parvînt des racines dans les internœuds, ni qu'il montât d'un internœud dans l'autre, à travers la cloison. Probablement il n'y a que la partie la plus déliée de ce suc qui traverse les cloisons transversales, et c'est seulement dans les intervalles de celles-ci qu'elle prend la forme de globules.

§ 280. Schulz (3) a reconnu l'existence du mouvement du suc nourricier dans les plantes d'organisation plus compliquée, ou les plantes vasculaires proprement dites, en particulier dans la grande chélidoine, le *rhus typhinum*, l'angélique, le figuier, le mûrier, etc. Il résulte de ses observations microscopiques que la sève, parvenue des racines aux feuilles, où elle se convertit en suc nourricier par l'action de l'air, passe dans les vaisseaux de la nutrition (§ 109), au moyen d'anastomoses nombreuses que contiennent les réseaux les plus déliés des feuilles, et qu'ensuite elle est conduite, à travers le pétiole, dans l'écorce des rameaux, des branches et du tronc. Les vaisseaux s'anastomosent fréquem-

(1) *Verhandlungen der Akademie der Naturforscher*. 1827, t. XIII, P. I p. 115.

(2) *Ibid*, P. II, p. 841.

(3) *Ueber den Kreislauf des Safts im Schœllkraut und in mehreren andern Pflanzen*. Berlin, 1812, in-8°.—*Nachtraege ueber die Cirkulation des Safts in den Pflanzen*. Berlin, 1824.—*Die Natur der lebendigen Pflanze,* t. I, p. 537. — Schultz m'a fait voir, ainsi qu'à Decandolle, le mouvement du suc végétal dans les feuilles du figuier.

ment dans l'écorce, et se répandent dans le liber, l'aubier et le bois, comme aussi dans les racines, parties auxquelles ils amènent le liquide nourricier proprement dit, pour servir à l'accroissement. Schulz prétend qu'une fois parti des feuilles, le suc n'y est plus ramené. Savi (1) dit avoir observé un mouvement semblable du suc végétal. Meyen (2) l'a vu aussi dans les *musa*, *zea*, *canna*, *maranta*, *arum*, *calla*, *campanula*, *papaver*, *chelidonium*, *rhus*, *ficus* et autres plantes.

§ 281. Si ces observations sont exactes, il en résulte bien que, chez les plantes, un mouvement du suc s'effectue, à travers le végétal entier, dans des vaisseaux de différentes sortes, et en deux sens opposés, des racines aux feuilles, et de celles-ci aux diverses parties de la plante. Cependant les deux sortes de vaisseaux ne sont pas tellement unies ensemble, que le suc végétal, comme le sang des animaux, se meuve dans des carrières circulairement closes. Le système vasculaire des plantes diffère encore de celui des animaux, en ce qu'il n'existe en lui aucun tronc vasculaire, aucun organe chargé d'accomplir le mouvement du liquide, un cœur ou quelque chose qui en tienne lieu. En outre, chez la plupart des animaux, il y a des courans doubles du sang, dans des artères et des veines, à travers les organes respiratoires et le corps entier, et les troncs ramifiés des artères et des veines se réunissent en cercles fermés, puisqu'ils sont joints ensemble tant par les plus déliés d'entre les vaisseaux, que par les troncs eux-mêmes, dernière communication qui a lieu presque toujours par le moyen des cavités du cœur. Dans les végétaux, au contraire, on ne rencontre que des courans du suc dans des rami-

(1) *Nuovo Giornale de 'i letterati.* 1825, n° 19.
(2) Dans la *Linnœa*, 1827, t. II, p. 632.

fications vasculaires très-nombreuses, analogues aux vaisseaux capillaires des animaux, et sans troncs qui dégénèrent les uns dans les autres. Les vaisseaux qui conduisent le suc des racines aux feuilles, par le tronc, et de là aux parties, sont unis ensemble, dans les feuilles, par des anastomoses, mais ne forment pas de carrières circulaires proprement dites et closes de toutes parts. Par conséquent aussi les parties et les tissus qui entrent dans la composition d'une plante sont moins étroitement enchaînés par le système vasculaire et le mouvement du suc, et moins concentrés en un seul tout organique, qu'on ne le voit chez les animaux, dont les parties sont plus intimement unies par la connexion des troncs vasculaires avec les cœurs spécialement chargés d'entretenir le mouvement du sang, et dont l'existence paraît tenir aux manifestations d'action de cet organe. C'est sans doute en partie de cela qu'il dépend que le caractère de l'indivisibilité organique soit plus saillant dans les animaux que dans les plantes. Tandis que, chez les animaux pourvus d'un système vasculaire sanguin complet et d'un cœur, les parties séparées de leur corps meurent, parce que le mouvement du sang, qui est la condition de leur vie, se trouve supprimé en elles, des parties arrachées d'une plante peuvent continuer à vivre, parce que le mouvement du suc qui préside à leur nutrition n'est point aussi concentré, et ne dépend pas d'un organe central, comme chez les animaux.

§ 282. Le suc que les vaisseaux nourriciers ramènent des feuilles et conduisent aux parties, paraît différer par ses propriétés de la sève qui monte des racines aux feuilles. Il représente le *suc propre* attribué aux plantes par Malpighi, qui le comparait au sang des animaux, et le regardait comme le liquide nourricier proprement dit des plantes. La plupart des physiciens, et tout ré-

cemment encore L.-C. Treviranus (1), ont vu en lui un liquide sécrétoire versé dans des aréoles particulières du tissu cellulaire. G.-R. Treviranus (2) a donné le nom de *suc plastique* des végétaux au liquide spécial qui diffère des autres humeurs végétales par sa couleur et sa consistance. Schulz (3) le distingue également des sucs sécrétés dans certains espaces, et lui donne le nom de *suc vital*, parce qu'étant employé à la nutrition des plantes, il entretient par là leur vie. Ce suc serait donc comparable au sang artériel qui revient des organes respiratoires des animaux pour aller gagner les diverses parties du corps; et, de même que lui, il paraît, en raison de son assimilation complète, être destiné à la nutrition et à l'accroissement des plantes.

Le liquide nutritif ou le suc plastique diffère de la sève qui monte aux feuilles, et qui est presque toujours limpide, en ce qu'il a une couleur différente, avec plus de consistance et de pesanteur spécifique, contient des globules, et jouit de la coagulabilité à un plus haut degré. Du reste, il offre un grand nombre de différences dans les divers familles, genres et espèces de végétaux. Quant à ce qui concerne la couleur, il est blanc ou laiteux dans les asclépiadées, les euphorbiacées, les campanulacées (*campanula*, *lobelia*, *phyteuma*), les chicoracées (*lactuca*, *scorzonera*, *leontodon*, *cichorium*, etc.), dans les genres *rhus*, *morus*, *ficus*, *papaver*, *carica*, *galactodendrum*, etc.; jaune à différens degrés dans les genres *chelidonium*, *œnanthe*, *aloe*, *ornithogalum*, etc.; rouge dans les *sanguinaria*, *bocconia*, etc. Relativement à sa composition et aux élémens qui y prédominent, il offre aussi beaucoup de différences. Il est riche en sucre dans

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. I, p. 147.
(2) *Vermischte Schriften*, t. I, p. 156.
(3) *Die Natur der lebendigen Pflanze*, t. I, p. 530.

la canne à sucre, le maïs, la carotte, la betterave; il contient beaucoup de mucus végétal dans les malvacées; on y trouve une grande quantité d'albumine végétale dans les *carica*, *hevæa caoutchouc*, *galactodendrum trichotomum*, *jatropha elastica*, etc. Celui du chêne et du sumac renferme du tannin; celui des conifères, des substances résineuses, balsamiques et térébenthinacées. C'est aussi dans ce suc que paraissent être contenus les principes narcotiques et âcres appartenant à divers végétaux, de même que les alcalis végétaux ou bases salifiables végétales.

Le suc nourricier diffère principalement de la sève par la présence de globules. Fontana (1) a vu ces globules, avec le secours du microscope, dans le suc laiteux du *rhus toxicodendron*, et il les comparait à ceux du sang. Rafn (2) a reconnu des globules dans le suc des euphorbes, du bananier, de la grande chélidoine, du *potentilla anserina*, etc. G.-R. Treviranus a constaté leur existence dans celui des *rhus cotinus* et *vinca major*. Schulz les a observés dans le suc de la chélidoine et d'autres plantes. L.-C. Treviranus a remarqué la structure grenue du suc des *chelidonium*, *leontodon*, *bocconia frutescens*, *lobelia longiflora*, *rhus typhinum*, etc. Il est probable que ces globules sont composés de grains de fécule (3).

§ 283. Si les physiologistes sont partagés d'opinion relativement au mouvement du suc végétal et aux espaces dans lesquels il a lieu, ils le sont bien davantage encore sur les causes et les forces d'où il dépend. Malgré les observations et les expériences faites par des hommes de mérite, ces causes ne sont point encore

(1) *Ueber das Viperngift*, p. 56.
(2) *Pflanzenphysiologie*, p. 87. *Danmarks Flora*, 1796.
(3) Raspail, dans *Annales des sc. natur.*, t. VI, p. 388.

connues. On a émis diverses conjectures par rapport à elles. Quelques botanistes font mouvoir le suc par l'attraction capillaire des vaisseaux. D'autres attribuent à ces derniers une contractilité vitale, et même une irritabilité, qui les rend susceptibles de contractions et d'expansions alternatives. D'autres encore cherchent la cause du mouvement du suc dans le suc lui-même et dans sa propriété de se mouvoir, par une force à lui propre, sous l'influence d'excitations du dehors. Soumettons ces diverses opinions à un rapide examen.

§ 284. La plupart des anciens physiciens, Grew, Mariotte, Delahire, Tournefort et autres, qui faisaient dépendre l'absorption des liquides de l'attraction capillaire exercée par les racines, regardaient également la capillarité des vaisseaux comme la cause motrice du suc. Quoiqu'on ne puisse disconvenir que les vaisseaux qui contiennent le suc des plantes paraissent, en vertu de leur structure analogue à celle des tubes capillaires, être propres à élever ce suc jusqu'à une certaine hauteur, puisque même les parties végétales mortes exercent une attraction sur les liquides, les admettent et les font cheminer en elles, cependant l'attraction capillaire n'explique pas d'une manière satisfaisante l'ascension et le mouvement du suc. Van Marum (2) a démontré par des calculs que le suc ne peut monter que jusqu'à une hauteur de huit pouces en vertu de la seule capillarité. Les expériences de Hales (3), Walker (4) et autres ont

(1) *De motu fluidorum in plantis experimentis et observationibus indagato*. Groningue, 1773, in-4°.

(2) *Vegetab. Statik*. V. 1, p. 105.—Hales a trouvé que la force de la sève ascendante dans un pied de vigne coupé au printemps faisait équilibre à une colonne de mercure de trente-trois pouces de hauteur.

(3) *Trans. of the Edinburg society*, t. I, p. 7.—Le mouvement du suc dans les jeunes plantes est bien plus rapide que dans les végétaux âgés.

prouvé aussi que son mouvement s'opère, au printemps, avec trop de vélocité et de force pour qu'on puisse le regarder comme un simple effet de l'attraction capillaire, ainsi que Knight en a fait judicieusement la remarque. D'ailleurs il n'est pas facile de concilier avec la capillarité l'influence de la lumière, de la chaleur et d'autres excitations extérieures, qui accélèrent le mouvement du suc végétal. Enfin, d'après la théorie que Laplace a donnée de ce phénomène, le suc qui monte dans les plantes ne devrait point s'écouler par une ouverture faite aux vaisseaux, ce qui arrive néanmoins. Ces motifs nous obligent à rejeter la théorie qui explique le mouvement du suc végétal par l'attraction capillaire.

§ 285. Des physiologistes modernes, Saussure (1), Brugmans et Coulon (2), Decandolle (3), Carradori (4) et autres, cherchent la cause du mouvement du suc végétal dans une faculté contractile vivante, inhérente aux parois des vaisseaux, et analogue à l'irritabilité musculaire, sinon même identique avec elle. Le suc absorbé par les racines excite, suivant eux, les vaisseaux à se contracter, ce qui le pousse en avant. Brugmans et Coulon allèguent en faveur de cette théorie des expériences relatives à l'action que les substances astringentes exercent sur les végétaux blessés. Ils prétendent que l'écoulement du suc est supprimé par l'application d'une solution de vitriol martial ou d'alun sur une plaie faite à une plante, par exemple à une euphorbe, ce qui semble annoncer une constriction opérée dans cette dernière.

(1) *Encycl. méthod. Physiologie végétale*, p. 267.

(2) *Diss. de mutato humorum in regno organico indole a vi vitali vasorum derivando*. Leyde, 1789, p. 12.

(3) *Mém de l'Institut*, 1807, t. VIII, p. 68.

(4) *Mem. della societa italiana*, t. XII, P. II, p. 30.

Cependant van Marum (1), Link (2) et L.-C. Treviranus (3), en répétant l'expérience, n'ont point observé cet effet de la part des substances astringentes. Carradori dit avoir remarqué un haut degré d'irritabilité dans la laitue commune, à l'époque de sa floraison. Il lui suffisait de toucher légèrement avec le doigt les petites feuilles tombantes éparses le long de la tige, ou les calices, pour voir un suc laiteux suinter, par suite de l'irritation, des points qui avaient éprouvé le contact. L.-C. Treviranus, qui a observé un phénomène semblable sur le calice des laitues, des laitrons, etc., attribue aussi aux réservoirs du suc laiteux l'irritabilité, qui est plus prononcée dans les parties jeunes que dans celles avancées en âge, qui se manifeste davantage au chaud qu'au froid, et qui est mise en jeu par le contact, la déchirure partielle et autres stimulations analogues.

Il est très-vraisemblable que les parois des espaces dans lesquels le suc se trouve contenu, concourent, comme chez les animaux, au mouvement de ce liquide, quoiqu'on n'aperçoive jamais dans les vaisseaux, même à l'aide du microscope, de contractions comparables à celles des muscles vivans. D'ailleurs la disposition et la nature des vaisseaux contenus dans le bois et dans l'écorce ne paraissent pas permettre les mêmes expansion et contraction que dans les muscles doués de la vie. Si les vaisseaux des plantes sont réellement doués d'une faculté contractile vivante, celle-ci n'est probablement analogue qu'à la contractilité organique ou à la tonicité qui, dans le tissu cellulaire, les parois des artères, des veines et des lymphatiques, ainsi que dans diverses

(1) *Journal de physique,* t. II, p. 17. — Gren, *Journal der Physik,* 1792, t. VI, p. 360.

(2) *Grundlehren,* p. 271.

(3) *Loc. cit.,* p. 174.

membranes des animaux, se manifeste, en certaines circonstances, par une faible contraction, sans cependant être identique avec l'irritabilité musculaire. On peut, d'après la judicieuse remarque de van Marum, alléguer, en faveur d'une faculté contractile vivante dévolue aux vaisseaux des plantes, l'écoulement abondant du suc laiteux par la partie supérieure d'une tige d'euphorbe, ou d'une feuille, soit de figuier, soit de mûrier, qu'on tient dans une situation verticale, après l'avoir coupée en travers. Si les vaisseaux conservaient le même diamètre qu'ils avaient auparavant, on ne voit pas pourquoi le suc sortirait. Cet écoulement a de l'analogie avec la sortie de la lymphe à travers une piqûre faite à un vaisseau lymphatique, ou à celle du sang par une plaie pratiquée à une veine, quand l'ouverture se trouve tournée en haut et que les liquides coulent contre leur propre poids.

§ 286. Les physiologistes qui cherchent la cause du mouvement du suc végétal dans ce dernier lui-même, admettent l'influence sur lui d'agens extérieurs qui le forcent à monter des racines, ou lui attribuent une motilité propre. Les premiers, au nombre desquels se rangent Malpighi, et en partie aussi Grew, Delahire, Linné, Hales, Bonnet, Dupetithouars et autres, pensent que le suc, absorbé en vertu de l'attraction capillaire, est dilaté ou même vaporisé par la chaleur extérieure qui agit sur les plantes, et qu'il monte aux feuilles par suite de cette expansion. Mustel (1) prétend que les vaisseaux se distendent par la chaleur, et que le suc se précipite dans le vide qui résulte de là. En supposant que le mouvement ascensionnel du suc, des racines aux feuilles, s'opérât réellement de cette manière, ce qui n'est point prouvé, on ne peut nullement expliquer par-

(1) *Traité de la végétation*, t. II, p. 264.

là son mouvement descendant à partir des feuilles, ni sa distribution dans le corps des végétaux pour y servir à la nutrition.

§ 287. Quelques physiologistes attribuent au suc lui-même, ou plutôt à ses globules, une faculté motrice propre, et regardent le mouvement qu'il exécute comme une manifestation vitale de sa part. Kielmeyer (1) a soupçonné le premier l'existence d'une force semblable dans le suc des végétaux, de même que dans le sang. G.-R. Treviranus (2) a observé des mouvemens dans le suc de quelques plantes. En contemplant au microscope le suc laiteux qui s'écoule par le sommet d'une branche de *rhus cotinus* ou de *vinca major*, il a vu les globules qu'il contient exécuter des mouvemens lents. Schultz (3) dit avoir reconnu aussi, à l'aide du microscope, que le suc nourricier qui s'épanche des vaisseaux d'une plante vivante, est composé de particules offrant des mouvemens qui durent souvent une minute encore après l'écoulement. Ce phénomène a donc beaucoup d'analogie avec les mouvemens des globules du sang qui vient de sortir des veines d'un animal vivant. Schrank (4) et L.-C. Treviranus (5) assurent cependant n'avoir point remarqué de mouvemens propres dans les sucs végétaux. Mais comme le microscope fait voir les globules du suc vé-

(1) *Ueber das Verhaeltniss der organischen Kraefte unter einander in der Reihe der verschiedenen Organisationen.* Tubingue, 1814, p. 12.

(2) *Vermischte Schriften,* t. I, p. 157.

(3) *Der Lebensprocess im Blute.* Berlin, 1822. — *Die Natur der lebendigen Pflanze,* t. I, p. 534.

(4) *Landshut'sche Nebenstunden zur Erweiterung der Naturgeschichte.* Landshut, 1802, cah. I. p. 75. Il n'a pas vu se mouvoir les corps qui existent dans le suc des *chelidonium majus*, *glaucium*, *tragopogon picroïdes* et *rhus typhinum.*

(5) *Zeitschrift fuer Physiologie,* t. II, p. 147.—Il n'a pas vu de mouvement dans le suc laiteux des *leontodon taraxacum*, *rhus typhinum chelidonium majus*, *lobelia longiflora*, *euphorbia cespitosa* et autres.

gétal en mouvement, tant dans les internœuds des charagnes, des caulinies et des nitelles, que dans les cellules des vallisnéries, par conséquent ici hors des vaisseaux, cette circonstance paraît être favorable à l'hypothèse d'un mouvement appartenant en propre à ces mêmes globules. Ceux-ci coulent aussi en divers sens, par les vaisseaux anastomotiques, dans les pétioles des feuilles, sans que jusqu'ici aucun observateur soit parvenu à voir des contractions dans les vaisseaux.

§ 288. Que le mouvement du suc dans les végétaux dépende d'une faculté motrice propre et inhérente à ce suc, qu'il résulte de la contraction vivante des parois vasculaires douées d'une faculté analogue ou semblable, soit à la tonicité, soit à l'irritabilité musculaire, ou que peut-être il soit l'effet de ces deux causes réunies, on ne saurait méconnaître que la chaleur, la lumière, l'électricité et autres excitations du dehors exercent une grande influence sur lui. Duhamel (1) a vu la sève couler fort abondamment, par un temps chaud, des trous pratiqués à des arbres, sortir en moindre quantité quand l'air était frais, et ne pas couler du tout par un temps froid. Le mouvement du suc s'exécutait déjà plus lentement lorsque le ciel était couvert de nuages. Bonnet et Walker ont reconnu également cette influence des variations de la température. Hales a prouvé, par ses expériences, que la rapidité de l'ascension de la sève est en raison directe de l'évaporation, et que la chaleur, qui favorise celle-ci, accélère aussi la première. Les expériences de Van-Marum (2), Willdenow (3), Barton (4), Hum-

(1) *Physique des arbres*, t. I, p. 71.

(2) *Journal de physique*, t. XII, p. 218.

(3) *Grundriss der Kraeuterkunde*, p. 327.

(4) Pfaff et Scheele, *Nordisches Archiv fuer Naturkunde und Arzneiwissenschaft*, t. I, p. 274.

boldt, Coulon, Schnurrer (1), G.-R. Treviranus (2) et autres, relativement à l'influence d'excitans divers sur les plantes, ont démontré aussi que des excitations extérieures modérées accélèrent le mouvement du suc, tandis que de trop fortes l'épuisent.

§ 289. La vélocité et même la direction du courant du suc paraissent dépendre principalement des actes de formation et d'accroissement des plantes, et des circonstances extérieures qui influent sur ces actes, en ce sens que les parties qui se forment et qui s'accroissent exercent une attraction vitale sur le suc. Le printemps, où la température de l'air augmente, où l'action de la lumière solaire devient plus forte et plus prolongée, où le développement et le déploiement des bourgeons à feuilles et à fleurs s'opèrent, est l'époque à laquelle le suc végétal offre le mouvement le plus rapide, et se dirige le plus vers la périphérie. Ensuite il s'opère, dans les arbres et les arbrisseaux, un courant de ce même suc vers le tronc et les racines ; de nouvelles couches ligneuses et corticales se forment, ainsi que de nouvelles fibres radiculaires. Au mois d'août, il survient, dans les arbres et arbrisseaux de nos climats, une seconde ascension du suc, moins vive que la première, dès que les bourgeons à feuilles et à fleurs de l'année suivante commencent à se former, ce qui, d'après les observations de Th. Saussure et de Decandolle (3), n'est sensiblement accéléré

(1) *Observata de materiarum quarundam oxydatarum iu germinationem efficentia.* Tubingue, 1805.

(2) *Biologie*, t. V, p. 230.

(3) *Rapport sur un Mémoire de Decandolle, intitulé Tableau de la nutrition des végétaux, par Chaptal, Labillardière et Cuvier;* dans *Mém. de l'Institut,* t. VIII, p. 68. « L'auteur remarque que l'ascension de la sève s'effectue au moment où les boutons de l'année suivante commencent à poindre, comme celle de la sève du printemps, au moment où les boutons de l'année tendent à se développer, et qu'il

ni ralenti par la chaleur ou le froid, l'humidité ou la sécheresse, circonstance de laquelle Decandolle conclut que les bourgeons attirent, par une force qui leur est propre, le suc nécessaire à leur formation. Pendant l'hiver, le mouvement du suc paraît être tout-à-fait interrompu dans les plantes vivaces, en même temps que les phénomènes de formation sont suspendus chez elles, sans qu'il résulte de là aucune atteinte portée à leur existence.

Un fait bien connu parle en faveur de la dépendance dans laquelle le mouvement du suc est de la formation et du développement des parties végétales. On sait qu'un cep de vigne qui passe dans une chambre échauffée pousse des feuilles et donne des fleurs, même en hiver, tandis que les bourgeons du reste de la tige exposé au froid ne se développent pas. Il faut pour cela que le suc nécessaire au développement et à l'accroissement soit attiré par les bourgeons soumis à l'influence de la chaleur, et mis par elle dans un redoublement d'activité. Les expériences connues sur le renversement des arbres prouvent aussi que la direction suivant laquelle le suc se meut dépend de l'influence de la lumière et de la chaleur sur les parties végétales (1). Lorsqu'on met en terre la couronne d'un jeune arbre, et qu'on expose ses racines à

semble que ces boutons, animés d'une force vitale qui leur est propre, attirent à eux toute la sève environnante. »

(2) Comme le prouvent les expériences faites par Leeuwenhoek (*Arc. nat.*, vol. II, p. 265), Beal et Tongue (*Phil. trans.*, n° 43, p. 853), Perrault (*OEuvres de physique*, t. I, p. 85), Magnol (*Mém. de Paris*, 1709, p. 56), Hales (*Statique des végétaux*), Duhamel (*Physique des arbres*, t. II, p. 310) et autres. Cependant Knight (*Phil. Trans.*, 1804, P. I, p. 188) a observé que l'accroissement des arbres renversés en terre est beaucoup plus lent que celui des arbres qui ont conservé leur situation naturelle. Les plantes annuelles ne peuvent être traitées ainsi sans périr, d'après les expériences de Link (*Zusatz zu Willdenow's Kraeuterkunde*, t. I, p. 388.)

l'air, à la chaleur, à la lumière, les rameaux et les branches produisent des racines, tandis que les anciennes racines poussent des feuilles et des fleurs. Ici donc, le mouvement du suc s'opère dans des directions opposées et inverses, correspondantes aux influences extérieures qui déterminent la formation et le développement des parties végétales. Enfin, on sait que le suc afflue abondamment aux parties des plantes que des irritations morbides provoquent à des formations anormales. C'est ainsi que nous voyons des galles survenir lorsque des espèces de cynips déposent leurs œufs dans le parenchyme des feuilles du chêne, du rosier, du hêtre, du saule, etc., et que des excroissances morbides se manifestent en très-peu de temps sur les points où ces dépôts ont eu lieu. Il suit de tout cela qu'il n'y a pas de circulation proprement dite dans les plantes comme chez les animaux, et que le mouvement du suc n'est point aussi régulier chez elles que chez ces derniers. Le suc formateur se porte principalement des nombreux vaisseaux nourriciers répandus dans le corps entier, et communiquant tous ensemble, vers les parties dont l'influence d'agens extérieurs, de la lumière et de la chaleur, exalte l'activité et rend la formation plus énergique.

Le mouvement du suc nourricier comme propriété des corps vivans.

§ 290. Un mouvement du suc préparé avec les alimens assimilés, mouvement en vertu duquel ce suc parvient aux différentes parties et divers tissus des corps vivans, pour servir à leur formation, à leur accroissement et à leur nutrition, est par conséquent une propriété dévolue à tous les corps organiques, et de laquelle dépend la conservation de ces corps. Aucun corps inorganique n'offre dans son intérieur d'espaces contenant des liqui-

des en mouvement. Ce mouvement n'est point explicable par les principes de la mécanique, et l'on ne peut le considérer que comme un phénomène vital. Les forces qui l'accomplissent sont des forces organiques; elles se manifestent tant dans le suc nourricier lui-même, que dans les parois des espaces qui le renferment. La motilité inhérente au liquide nutritif lui-même paraît appartenir à ses élémens organiques de forme, aux globules du suc végétal et du sang. Ces globules exécutent des mouvemens dont la direction est vraisemblablement déterminée par les actes de formation et de nutrition des parties solides, et par l'attraction que ces dernières exercent. Cependant ils ne conservent la faculté de se mouvoir qu'aussi long-temps qu'ils sont en connexion avec le corps vivant. Nous appellerons force propulsive, avec Kielmeyer (1), cette force, énigmatique dans sa manière d'agir, de l'existence de laquelle on ne peut guère plus douter, et que C.-F. Wolff admettait déjà. Celle qui se manifeste, dans les parois des espaces contenant les liquides, dans les vaisseaux des animaux et probablement aussi des plantes, par la contraction et le rétrécissement de ces espaces, à quelque faible degré que ce puisse être, recevra de nous le nom de contractilité organique ou tonicité. Dans la grande majorité des animaux, il existe encore un organe musculeux uni aux troncs vasculaires, le cœur, qui, aussi long-temps que la vie dure, possède la propriété de se contracter en vertu de l'excitation produite sur lui par

(1) *Loc. cit.*, p. 12. Kielmeyer dit à ce sujet: «Je me sers de ce mot uniquement parce qu'il s'est offert à moi le premier, et peut-être qu'un autre conviendrait mieux. Du reste, il exprime le phénomène qui a besoin d'être indiqué ici, et qui consiste en une poussée des liquides en avant, sans que la cause du choc soit suffisamment connue, motif pour lequel on la désigne sous le nom de force jusqu'à ce qu'on soit parvenu à résoudre le phénomène.

le sang, et de chasser ainsi dans les artères le sang qu'il avait reçu des veines pendant sa dilatation. La force qui se déploie dans la substance musculeuse du cœur, est appelée irritabilité musculaire ; c'est elle qui, chez les animaux, constitue l'agent principal du mouvement du sang, celui sans lequel il n'y a point de circulation chez les animaux dont l'organisation est compliquée, car la force propulsive des globules du sang, et la tonicité des parois vasculaires, ne sont pas par elles-mêmes en état d'entretenir la progression du suc nourricier. Cependant, chez les embryons, lors de la première apparition du sang, le mouvement de ce liquide doit être attribué immédiatement à la force de propulsion des globules. Dans les animaux qui n'ont point de cœur, la circulation du suc nourricier est le résultat de la faculté motrice inhérente aux globules sanguins, et de la contractilité vitale des parois vasculaires.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

TABLE DES MATIÈRES
DE LA PREMIÈRE PARTIE.

INTRODUCTION.

LIVRE PREMIER.

SECTION PREMIÈRE.

SECTION DEUXIÈME.

FIN DE LA TABLE DE LA PREMIÈRE PARTIE.